COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 MARS 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Hébert* pour remplir la place laissée vacante, dans la Section de Minéralogie, par le décès de M. *Ch. Sainte-Claire Deville*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Hébert** prend place parmi ses confrères.

CHIMIE. — *Remarques sur la présence de la benzine dans le gaz de l'éclairage;* par M. **Berthelot**.

« 1. Le pouvoir éclairant du gaz parisien paraît dû, en majeure partie, à la présence de la vapeur de benzine, les autres carbures condensés s'y trouvant en proportion beaucoup plus faible : telle est la conclusion à laquelle je suis arrivé, dans des recherches présentées l'an dernier à l'Académie (Voir *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. X, p. 169). Cette conclusion n'est applicable en toute rigueur que pour un gaz d'éclairage préparé

avec des houilles à benzine, et sous l'influence d'une température rouge très-élevée et longtemps prolongée : dernières conditions qui tendent à ramener tous les mélanges de carbures d'hydrogène à certains états d'équilibre, déterminés par leurs actions réciproques. Les gaz tirés des boghead, des schistes, des résines, ou du cannel-coal, par une simple distillation opérée vers le rouge sombre, ont une composition différente, tant en raison de la richesse plus grande en hydrogène des matières premières, que de la dissociation moins avancée des carbures pyrogénés.

» Il m'a paru utile de contrôler mes premiers résultats par de nouvelles analyses.

» 2. C'est au moyen de l'acide nitrique fumant que je suis parvenu à démontrer l'existence prépondérante de la benzine dans le gaz d'éclairage, soit 3 centièmes environ en volume. L'emploi qualitatif de ce réactif est déjà décisif; car il produit de la nitrobenzine, composé très-caractéristique.

» 8 à 10 centimètres cubes de gaz d'éclairage suffisent à la rigueur pour préparer l'aniline et son dérivé bleu.

» L'emploi quantitatif de l'acide nitrique fumant est plus délicat. En effet, cet agent est susceptible d'attaquer peu à peu non-seulement la benzine, mais aussi la plupart des autres carbures d'hydrogène, avec formation d'acide oxalique et d'autres substances, signalés par divers observateurs. Ce qui en rend cependant l'emploi possible et légitime dans l'analyse, c'est cette double circonstance : d'une part que les carbures les plus altérables (propylène, allylène, etc.) n'existent qu'à l'état de traces dans le gaz parisien; et, d'autre part, que l'éthylène (qui n'y est guère plus abondant d'ailleurs) n'est pas attaqué d'une manière sensible par l'acide nitrique fumant, dans les conditions de courte durée, de basse température et de dilution progressive où j'opère, et où la benzine est au contraire absorbée. En raison de ces faits, on peut analyser le gaz d'éclairage à $\frac{1}{200}$ près, par les procédés rappelés ici.

» 3. J'ai contrôlé ces résultats en brûlant les gaz dans l'eudiomètre, avant et après l'action de l'acide nitrique. Voici quelques-unes des vérifications :

» (I). Hydrogène $= 89^{vol},5$; oxygène $= 60,5$. On fait détoner. Diminution totale $= 134^{vol},0$; ce qui répond à $H = 89,3$; $Az = 0,2$.

» (II). $H = 134^{vol},5$; on y ajoute quelques gouttes de benzine pure; ce qui porte le volume à 143,0. On sépare par transvasement le gaz de l'excès de liquide, et l'on y ajoute de l'hydrogène, jusqu'à porter le volume

total à $212^{vol},5$. Ce qui fait en centièmes :

$$H = 95,8; \quad C^{12}H^{6} = 4,0; \quad Az = 0,2.$$

» (III). On brûle ce mélange dans l'eudiomètre. L'analyse indique : $H = 95,7$; $C^{12}H^{6} = 4,1$; $Az = 0,2$ en volumes.

» (IV). Ce mélange est introduit, sur l'eau, dans un petit flacon qui en renferme $13^{cc},85$; on le traite par 1 centimètre cube d'acide nitrique fumant (densité = 1,46) [1], en observant les précautions décrites dans mon Mémoire (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. X, p. 172). Au bout d'une demi-minute d'agitation, on transvase le gaz dans un tube gradué, et on le traite par la potasse. Il reste $13^{cc},3$; ce qui fait pour 100 volumes : $C^{12}H^{6}$ absorbée = 4,0 (gaz humide) ou 4,1 (gaz sec).

» (V). Comme contrôle, ce résidu transporté sur le mercure a été brûlé dans l'eudiomètre. On a obtenu :

$$H = 99,0; \quad C^{12}H^{6} \text{ ou } C^{12}H^{5}AzO^{4} = 0,2; \quad Az = 0,8$$

(ce dernier introduit en partie pendant les opérations). Les résultats pourraient aussi être interprétés, sans erreur bien sensible, en admettant 1,2 d'oxyde de carbone formé dans la réaction. En somme, l'acide a absorbé en totalité, ou sensiblement, la benzine, sans agir sur l'hydrogène.

» (VI). On mélange l'hydrogène et l'éthylène, dans les rapports

$$H = 93,8; \quad C^{4}H^{4} = 6,0; \quad Az = 0,2.$$

» (VII). On traite $138^{vol},5$ de ce mélange par l'acide nitrique fumant. Le volume se réduit à 138,0; on transporte ce résidu sur le mercure, et on le brûle dans l'eudiomètre, ce qui fournit :

$$H = 93,6; \quad C^{4}H^{4} = 5,9; \quad Az = 0,5.$$

» L'éthylène n'a donc été absorbé que dans une proportion négligeable.

» (VIII). On traite $138^{vol},5$ d'éthylène pur par l'acide nitrique fumant, dans les mêmes conditions. Dans deux essais, on a trouvé le volume réduit à 132 et 131, c'est-à-dire une absorption de 5 centièmes, soit les deux tiers environ du volume de l'acide nitrique employé, soit encore un vingtième du volume total de l'éthylène. Cette faible absorption est-elle due à une action dissolvante proprement dite, ou à un commencement

(1) L'acide pesant 1,36 n'absorbe pas nettement la benzine dans ces conditions, vers 10 à 12 degrés. L'acide fumant employé ne doit renfermer que des proportions d'acide nitreux nulles ou très-faibles.

d'attaque? C'est ce que je ne saurais décider. En tout cas, on est autorisé à admettre, d'après les essais (VII) et (VIII), que la réaction lente produite par l'acide nitrique, dans les conditions désignées, est à peu près proportionnelle à la richesse des mélanges gazeux en éthylène, surtout quand cette richesse est minime; c'est-à-dire que le procédé est applicable sans erreur sensible à un mélange renfermant seulement quelques centièmes d'éthylène.

» (IX). Pour achever de le démontrer, on a préparé le mélange :

$$H = 91,3;\ C^4H^4 = 5,1;\ C^{12}H^6 = 3,4;\ Az = 0,2.$$

» (X). $138^{vol},5$ de ce mélange ont été traités par l'acide nitrique fumant; le volume final a été réduit à 133,5; soit

$$C^{12}H^6 \text{ absorbée } = 3,6 \text{ centièmes.}$$

» (XI). On a transporté ce résidu sur le mercure et on l'a fait détoner. Analyse : $H = 94,1$; $C^4H^4 = 5,4$; $Az = 0,5$.

» Au lieu de : $H = 94,5$; $C^4H^4 = 5,3$; $Az = 0,2$.

» (XII). L'action du brome sur l'eau a fourni : C^4H^4 absorbé $= 5,5$; ce qui concorde.

» (XIII). On a fait encore quelques essais sur le propylène et sur l'acétylène. Ces gaz, pris dans l'état de pureté, sont trop solubles dans l'eau pour permettre des mesures exactes. Ils sont aussi plus altérables que l'éthylène par l'acide nitrique fumant. Cependant, quand ils existent dans un mélange à la dose de quelques millièmes seulement, on les retrouve presque intacts, après un traitement par l'acide nitrique fumant, dans les conditions où j'opère. C'est ce qu'il est facile de vérifier, par exemple, pour l'acétylène contenu dans le gaz d'éclairage.

» 4. Avant d'appliquer ces résultats à l'analyse du gaz d'éclairage, je crois nécessaire de dire quelques mots de la réaction de l'acide sulfurique sur la vapeur de benzine, point sur lequel je dois faire une rectification, bien que la réaction en question n'ait joué aucun rôle dans mes analyses effectives. J'avais pensé d'abord que la vapeur de benzine n'était pas attaquée par l'acide sulfurique concentré, trompé par ces deux observations, à savoir : que la réaction des deux corps à froid ne donne pas lieu à une proportion sensible d'acide benzino-sulfurique; et, d'autre part, que les gaz renfermant de la benzine, après avoir été agités avec l'acide sulfurique pendant un temps très-long, retiennent encore une dose appréciable de cette vapeur. Quelques remarques m'ayant été adressées à cet égard, j'ai reconnu en effet que la vapeur de la benzine contenue dans un autre gaz

est absorbée peu à peu par l'acide sulfurique monohydraté. Au bout de dix minutes, l'absorption est très-sensible; quoique, après une heure et demie d'agitation, il reste encore près d'un demi-centième de benzine (en volume). Ce réactif ne saurait donc être employé dans des expériences précises, pour séparer la vapeur de benzine des autres carbures gazeux.

» 5. J'ai fait divers essais pour y substituer un acide plus dilué. Les acides SO^4H et $SO^4H, \frac{1}{2}HO$ absorbent l'un et l'autre la vapeur de benzine, et le gaz éthylène également, sous l'influence d'une très-longue agitation. Mais cette absorption n'a plus lieu, même au bout de quarante-huit minutes d'agitation violente, si l'on opère avec l'acide bihydraté

$$SO^4H, HO \ (d = 1,781 \text{ à } 14^\circ),$$

ainsi qu'il résulte des chiffres que voici.

» (XIV). L'hydrogène mêlé de benzine, dont j'ai donné plus haut l'analyse (III), a été agité pendant quarante-huit minutes avec l'acide bihydraté SO^4H, HO, puis brûlé dans l'eudiomètre; il a fourni :

$$H = 95,7; \quad C^{12}H^6 = 4,0; \quad Az = 0,3;$$

ce qui est sensiblement la composition primitive.

» L'éthylène résiste également dans les mêmes conditions; 2 ou 3 centièmes seulement du gaz pur se trouvant absorbés.

» Au contraire, le propylène est absorbé complétement par le même acide SO^4H, HO, au bout de trois minutes d'agitation énergique. L'acétylène l'est aussi, mais au bout de vingt-cinq minutes seulement.

» L'acide plus étendu, tel que $SO^4H, 2HO$, absorbe lentement le propylène; plus lentement encore l'acétylène; tandis qu'il agit immédiatement sur la vapeur d'éther.

» On voit par là que l'acide bihydraté SO^4H, HO peut être employé pour séparer le propylène et les carbures analogues, lorsqu'ils sont mêlés avec l'éthylène et la vapeur de benzine. Au contraire, la séparation des deux derniers carbures l'un de l'autre réclame l'emploi de l'acide nitrique fumant.

» 6. Je vais maintenant établir que la portion du gaz d'éclairage parisien absorbable par l'acide nitrique fumant offre une composition voisine de celle de la benzine. On parvient à cette démonstration en suivant la méthode générale que j'ai proposée en 1857, laquelle consiste à comparer les équations eudiométriques avant et après l'action d'un dissolvant [1].

---

[1] *Ann. de Ch. et de Phys.*, 3e série, t. LI, p. 62, 1857.

» Voici les résultats observés :

		vol
(XV).	Gaz d'éclairage parisien, recueilli vers 2 heures de l'après-midi, et lavé à la potasse	100,0
	Après combustion, acide carbonique	57,5
	Diminution totale du volume	216,0
(XVI).	Même gaz, cède à l'acide nitrique fumant (benzine supposée)	2,9
(XVII).	Le résidu	97,1
	Après combustion dans l'eudiomètre, acide carbonique	41,8
	Diminution totale	190,0

» D'où il suit que le gaz absorbé par l'acide nitrique, soit...... 2,9

A fourni : acide carbonique 57,5 — 41,8 15,7
La diminution totale correspondante étant 216,0 — 190,0 26,0

» Les rapports entre le volume du gaz absorbé par l'acide nitrique, le volume de l'acide carbonique correspondant et la diminution totale, sont 1 : 5,4 : 8,9.

» Tandis que l'équation

$$C^{12}H^{6} + O^{30} = 6C^{2}O^{4} + 3H^{2}O^{2}$$

indique les rapports 1 : 6 : 8,5.

» La concordance, sans être absolue, est aussi approchée qu'on peut l'espérer dans des essais de cette nature.

» 7. Les données quantitatives et qualitatives s'accordent donc pour faire regarder la portion éclairante du gaz parisien comme constituée, en majeure partie, par la vapeur de benzine. Observons d'ailleurs qu'une dose d'éthylène et même d'acétylène, équivalente en carbone, soit 9 centièmes, ne produirait pas un effet lumineux équivalent, le pouvoir éclairant d'une flamme paraissant dû, non-seulement au rapport numérique du carbone à l'hydrogène, seul invoqué dans l'ancienne théorie de Davy, mais aussi à la condensation de ces éléments contenus dans l'unité de volume, donnée que M. Frankland fait intervenir avec raison. La nature même des substances combustibles joue un rôle important, attendu que les combinaisons très-stables et capables de subsister quelques instants, même aux plus hautes températures développées dans l'intérieur de la flamme, telles que la benzine, interviennent d'une manière spéciale dans la composition de la lumière émise pendant la combustion. »

CHIMIE. — *Note au sujet d'une Communication récente de M. Weddell concernant l'avantage qu'il y aurait à remplacer la quinine par la cinchonidine;* par M. PASTEUR.

« Notre savant Correspondant M. Weddell, dont le nom fait autorité dans nos connaissances sur les quinquinas, a présenté récemment à l'Académie (séance du 22 janvier) une Note intéressante concernant les propriétés fébrifuges de la cinchonidine. En cela, il est tout à fait d'accord avec le célèbre quinologiste anglais, M. Elliot Howard. Dans cette Communication, M. Weddell dit incidemment que la cinchonidine a été découverte par moi. C'est trop m'attribuer et je désire, par respect pour la vérité, qu'une rectification soit faite dans nos *Comptes rendus*.

» Il y a vingt-cinq ans environ, lorsque je m'occupais de l'étude de la dissymétrie moléculaire dans ses rapports avec la polarisation rotatoire et la cristallisation, j'ai publié, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* deux Notes relatives aux alcaloïdes des quinquinas.

» En 1833, MM. Henry et Delondre avaient découvert un alcaloïde des quinquinas, qu'ils nommèrent *quinidine.* Un an après, ils revinrent sur leur travail et déclarèrent que le nouvel alcaloïde n'était autre chose que de la quinine sous une forme cristalline particulière.

» En 1848, M. Winckler découvrit, lui aussi, un nouvel alcaloïde dans les quinquinas, qu'il appela également du nom de *quinidine.* Postérieurement parurent, sur ces questions, plusieurs travaux contradictoires et confus.

» Voici ce que je démontrai en 1853 :

» 1° Il existe, en effet, un alcaloïde qu'on peut légitimement appeler *quinidine,* car cet alcaloïde offre, avec la quinine, certaines propriétés remarquables, par exemple le caractère de la coloration verte par addition successive du chlore et de l'ammoniaque.

» 2° La quininide est isomère de la quinine.

» 3° La quinine et la quinidine se transforment toutes deux, dans des conditions bien déterminées, en une nouvelle base isomère que j'ai appelée *quinicine.*

» 4° La quinidine d'Henry et Delondre diffère essentiellement de la quinine par son pouvoir rotatoire, qui est à droite et considérable, tandis que celui de la quinine est à gauche et beaucoup moindre.

» 5° La quinidine de Winckler diffère complétement de la véritable quinidine isomère de la quinine dont nous venons de parler.

» 6° La quinidine de Winckler est au contraire isomère de la cinchonine et, pour rappeler tout à la fois cette propriété et la propriété dont je vais parler, j'ai appelé cet alcaloïde du nom de *cinchonidine*.

» 7° La cinchonine et la cinchonidine se transforment toutes deux également en une nouvelle base organique isomère que j'ai nommée *cinchonicine*.

» En résumé, et par suite des résultats que je viens de rappeler, il fut établi qu'il existe les deux séries d'alcaloïdes suivantes :

» Quinine, quinidine, quinicine, toutes trois isomères.

» Cinchonine, cinchonidine, cinchonicine, toutes trois isomères.

» Je ne regrette pas que l'occasion m'ait été offerte par M. Weddell de revenir sur ces faits, à cause de la circonstance suivante :

» Un chimiste allemand, M. Hesse, a inséré, dans les *Annales de Chimie et de Pharmacie* allemandes, des travaux intéressants, mais qui me paraissent apporter, sur un point capital, une confusion nouvelle dans nos connaissances relatives aux alcaloïdes des quinquinas. L'auteur dont je parle décrit en effet, sous le nom de *conchinine*, un alcaloïde, qu'il croit nouveau, et qui semble n'être autre chose que la quinidine dont j'ai parlé ci-dessus.

» C'est M. de Vry, de la Haye, un des hommes qui connaissent le mieux les quinquinas et leurs alcaloïdes, qui a bien voulu appeler mon attention sur le travail de M. Hesse. Je rappellerai à ce propos que ces difficiles études doivent à M. de Vry la connaissance d'un réactif précieux pour la distinction de la quinidine et des autres alcaloïdes du quinquina.

» M. de Vry, en effet, a reconnu que la quinidine forme, avec l'acide iodhydrique, un sel neutre excessivement peu soluble, car il exige pour sa dissolution 1250 parties d'eau à la température de 15 degrés. L'iodhydrate de quinidine est assez peu soluble pour que le sulfate de quinidine, qui n'est lui-même que médiocrement soluble dans l'eau froide, précipite abondamment par l'iodure de potassium. Bien plus, une écorce qui contient de la quinidine forme, dans la teinture qu'on en fait avec de l'alcool fort, des cristaux d'iodhydrate de quinidine par l'addition de quelques gouttes d'acide iodhydrique. »

BOTANIQUE. — *Sur la digestion de l'albumen;* par M. **Ph. Van Tieghem.**

« La digestion est l'acte par lequel un être vivant transforme, à l'aide d'un liquide actif produit par lui, et rend soluble une substance auparavant insoluble. Si cette substance est placée en dehors de l'organisme, la

digestion est *extérieure* et suivie d'absorption; elle est *intérieure*, au contraire, et sans absorption consécutive, si la substance à dissoudre se trouve située dans les cellules du corps. Tous les êtres vivants digèrent; si certains d'entre eux, les Infusoires par exemple, et les végétaux aquatiques libres, vivant exclusivement d'aliments dissous, paraissent manquer de digestion extérieure, ils n'en sont pas moins, comme tous les autres, le siége de phénomènes digestifs intérieurs. Les plantes étant dépourvues de cavité digestive, c'est par la surface libre du corps que, dans certaines régions, s'opère chez elles la digestion extérieure; mais de pareilles régions digestives peuvent se rencontrer, à la fois ou séparément, sur chacun des trois organes fondamentaux de l'appareil végétatif, sur les racines, les tiges et les feuilles.

» Ceci posé, on sait qu'à la germination l'albumen de la graine, c'est-à-dire le tissu de réserve confiné entre le tégument et l'embryon, est progressivement dissous et digéré; après quoi, il est absorbé au fur et à mesure par l'embryon, qui s'en nourrit et en même temps se développe en plantule. L'albumen n'étant pas purement et simplement une matière inerte, mais un tissu vivant ou ayant vécu, sa digestion soulève naturellement des questions toutes particulières dont je demande à l'Académie la permission de l'entretenir quelques instants.

» L'albumen est digéré, c'est un fait; mais par qui? Le tégument étant ici hors de cause, ce ne peut être que par lui-même ou par l'embryon. Est-ce par lui-même, c'est-à-dire par l'activité propre de ses cellules constitutives, par une digestion intérieure pareille à celle qui s'opère au même moment avec plus ou moins d'intensité dans le corps même de l'embryon et dont l'embryon est le siége exclusif avec une énergie plus grande quand la graine n'a pas d'albumen? Le rôle de l'embryon se bornerait alors à absorber l'albumen au fur et à mesure de sa liquéfaction. Est-ce, au contraire, par l'embryon au contact, c'est-à-dire en général le long de la face externe de sa première ou de ses deux premières feuilles, par une digestion extérieure où l'albumen, entièrement passif, ne fait que subir l'action de sucs digestifs émanés du cotylédon? Le rôle de l'embryon serait double alors: il digérerait d'abord l'albumen et l'absorberait ensuite. En un mot, l'albumen est-il pour l'embryon une nourrice, ou simplement une nourriture? C'est la question que j'ai essayé de résoudre.

» J'y ai appliqué deux méthodes. La première, et assurément la plus décisive, consiste à séparer l'albumen du tégument et de l'embryon, à le soumettre isolément aux conditions ordinaires de la germination et à voir

ce qu'il devient. S'il donne des preuves d'activité interne, si les matériaux solides mis en réserve dans ses cellules s'y dissolvent progressivement, il faudra conclure qu'il se digère lui-même et que dans les circonstances normales l'embryon ne fait que l'absorber. S'il reste passif, au contraire, et sans changements intérieurs, ce sera que dans les conditions normales il est digéré par l'embryon, avant d'être absorbé par lui. La seconde méthode, qui apporte à la première un utile contrôle, consiste à suivre, pendant la germination de la graine entière, la marche de la dissolution de l'albumen. Si l'albumen se digère lui-même, la dissolution des matériaux de réserve devra s'opérer dans toutes ses cellules à la fois; et même, puisque l'eau imbibe progressivement l'amande de dehors en dedans, on peut prévoir qu'elle devra commencer un peu plus tôt à la périphérie qu'au centre; elle procédera donc rapidement du tégument à l'embryon. Si, au contraire, l'action digestive émane de l'embryon, la dissolution sera nettement successive; commençant contre l'embryon, elle cheminera peu à peu vers le tégument. Simultanée et rapidement centripète dans le premier cas, elle sera successive et lentement centrifuge dans le second.

» Les résultats obtenus par ces deux méthodes s'accordent entièrement, mais ils sont bien différents suivant la nature chimique des matériaux de réserve déposés dans les cellules de l'albumen. Je vais donc, en les rapportant séparément pour chacune d'elles, devoir distinguer les trois types bien connus d'albumen: oléagineux et aleurique ou charnu, amylacé ou farineux, cellulosique ou corné.

PREMIÈRE MÉTHODE. — *Albumen isolé soumis à la germination.*

1° *Albumen charnu.* — L'albumen du Ricin (*Ricinus communis*), que je prendrai pour exemple, forme un ellipsoïde aplati, à l'intérieur duquel l'embryon étale, dans le plan du grand et du moyen axe, ses deux larges cotylédons foliacés. On enlève le tégument, on coupe l'amande en deux suivant le plan de contact des cotylédons, on détache chaque cotylédon de la moitié d'albumen où il adhère assez fortement et l'on place ces plaques albumineuses en forme de demi-ellipsoïdes aplatis sur de la mousse ou de la ouate humide à la température de 25 à 30 degrés. Après quelques jours on voit ces plaques grandir et au bout d'un mois certaines ont atteint 22 millimètres de longueur sur 16 millimètres de largeur, quand elles n'avaient au début que 12 millimètres de longueur sur 8 millimètres de largeur; elles sont aussi un peu plus épaisses; leurs deux grandes dimensions ont doublé et leur surface a quadruplé. Il y a donc un grand accroissement de l'albu-

men, dû surtout à l'agrandissement des cellules constitutives et au développement des méats aérifères qui les séparent. En même temps, il est facile de constater que l'albumen absorbe de l'oxygène et dégage de l'acide carbonique en volume sensiblement égal, en un mot qu'il respire.

» Si l'on pénètre dans sa structure en étudiant chaque jour au microscope le contenu des cellules, on y constate de remarquables transformations. Les grains d'aleurone sont progressivement dissous. Leur revêtement amorphe disparaît d'abord en mettant à nu le globoïde et le cristalloïde, qui ne tardent pas à se dissocier. Ces deux corps, le globoïde, forme de réserve du phosphore, le cristalloïde, principale forme de réserve de l'azote, dont l'association intime dans le même grain d'aleurone témoigne une fois de plus de l'étroite parenté de ces deux éléments et explique leur migration parallèle vers les graines au temps de la maturation des fruits, une fois dénudés et dissociés, se dissolvent à leur tour : d'abord le globoïde, qui pâlit de plus en plus et se fond ; puis le cristalloïde, qui se corrode peu à peu et se fragmente, dont les fragments eux-mêmes sont bientôt rongés à leur tour et réduits en particules plus petites qui se dissolvent lentement. Cette dissolution des grains d'aleurone commence un plus tôt dans les cellules périphériques de la plaque albumineuse, tant sur sa face plane autrefois en contact avec l'embryon que sur sa face convexe jadis en rapport avec le tégument ; elle gagne assez rapidement le centre et se poursuit ensuite lentement dans toutes les cellules à la fois : résultat qui s'explique par la pénétration progressive de dehors en dedans de l'eau et de l'oxygène nécessaires à la vie individuelle des cellules. En même temps, l'huile grasse diminue lentement, en partie du moins sous l'influence de la combustion respiratoire. Enfin le poids de matière sèche de l'albumen va décroissant peu à peu.

» Parmi les substances nouvelles qui résultent des transformations dont nous venons de parler, il en est qui prennent dans les cellules une forme caractéristique. La plus remarquable est l'amidon. On sait que, pendant sa période de formation, l'albumen du Ricin est le siége d'un dépôt transitoire de grains d'amidon ; mais dans la graine mûre il n'en renferme pas et, dans les circonstances normales, il n'en acquiert pas non plus pendant la germination. Dans l'isolement où il est actuellement placé, au contraire, on voit au bout de quelques jours se déposer dans ses cellules une quantité de petits grains d'amidon, qui s'accroît pendant un certain temps ; de sorte que cet albumen, purement oléagineux et aleurique au début, tend à se transformer en albumen amylacé. Cette production d'amidon, dans un

tissu privé de chlorophylle et sans connexion actuelle avec aucun tissu à chlorophylle, n'est pas sans intérêt au point de vue de la glycogénèse végétale. L'amidon n'est d'ailleurs pas le seul produit nouveau accessible à l'observation directe. Certaines cellules de l'albumen, éparses ou disposées par groupes à la surface ou dans la profondeur, développent une matière colorante rose, dissoute dans le suc cellulaire, et de même nature que celle qui, dans les conditions normales, colore les cellules épidermiques de la tigelle de l'embryon et des nervures de ses cotylédons.

» Je crois en avoir dit assez pour montrer que l'albumen du Ricin est un tissu doué d'une activité propre et comparable à celle de l'embryon lui-même, sommeillant comme l'embryon dans la graine mûre et réveillé comme lui et en même temps que lui par l'action combinée de l'eau, de l'air et de la chaleur. Cette activité se manifeste, comme dans l'embryon, par l'accroissement des cellules, par leur respiration, par la dissolution, la digestion intérieure des matériaux solides qu'elles tenaient en réserve, enfin par la production de composés nouveaux. On a prolongé six semaines durant cette germination libre de l'albumen, dans l'espoir que peut-être il s'y formerait à la fin de la chlorophylle, peut-être aussi des racines et des bourgeons adventifs; mais jusqu'ici cet espoir a été déçu.

» Par la dessiccation, on peut suspendre à volonté le cours de cette lente végétation et ramener l'albumen à l'état de sommeil où il était d'abord plongé. Les grains d'aleurone se reforment alors dans les cellules, de la périphérie au centre, mais en quantité d'autant moindre que la germination antérieure a duré plus longtemps. Replacé plus tard dans l'air humide et chaud, cet albumen entamé redevient le siége de la série de phénomènes exposée plus haut.

» 2° *Albumens farineux et corné.* — Séparé de l'embryon et soumis aux conditions ordinaires de la germination, l'albumen amylacé de la Belle-de-Nuit (*Mirabilis longiflora*) et du Balisier (*Canna aurantiaca*) n'a subi, même après plusieurs semaines, aucun changement sensible. Il ne s'accroît pas et l'amidon qui remplit ses cellules demeure inaltéré.

» Il en est de même de l'albumen cellulosique de l'Aucuba (*Aucuba japonica*) et du Dattier (*Phœnix dactylifera*), qui dans ces conditions conserve son aspect et sa structure. C'est essentiellement sous forme de cellulose, dans les épaississements des membranes cellulaires, que la matière de réserve est ici accumulée : ces membranes demeurent inaltérées.

» A la question proposée, cette première méthode apporte donc une solution différente suivant la nature de l'albumen considéré. S'il est

charnu, c'est-à-dire essentiellement oléagineux et aleurique, il est actif et se digère lui-même : l'embryon n'a plus qu'à l'absorber. S'il est farineux ou corné, c'est-à-dire essentiellement amylacé ou cellulosique, ce qui, au fond, se ressemble beaucoup, il est passif, et l'embryon doit le digérer avant de l'absorber.

DEUXIÈME MÉTHODE. — *Marche de la dissolution de l'albumen dans la graine entière, à la germination.*

» 1° *Albumen charnu.* — L'albumen du Ricin, quand il est et demeure en relation avec l'embryon dans la graine entière, se comporte à la germination comme lorsqu'il est seul, à cette différence près, que son accroissement et ses transformations internes sont beaucoup plus rapides et qu'il ne s'y dépose pas d'amidon, différence qui s'explique aisément. La marche de la dissolution des substances solides y est donc simultanée ou, par une cause connue, légèrement centripète, et, d'après la remarque faite plus haut, cette marche atteste que la digestion des matériaux de réserve est opérée, non par l'embryon, mais par l'activité propre des cellules de l'albumen.

» 2° *Albumens farineux et corné.* — Pendant la germination d'une graine entière de Belle-de-Nuit ou de Balisier, l'albumen amylacé se comporte, au contraire, tout autrement que lorsqu'il est seul. L'amidon y est progressivement dissous, d'abord totalement dans la rangée de cellules qui bordent le cotylédon, puis totalement dans la rangée suivante, et ainsi de suite jusqu'aux cellules qui touchent le tégument. L'action digestive émane donc de l'embryon, sous forme d'une diastase produite par les cellules épidermiques.

» Quand germe une graine entière de Dattier, les cellules de l'albumen cellulosique qui touchent le cotylédon ont leur membrane de cellulose progressivement dissoute; le produit liquide est absorbé par le cotylédon, qui s'accroît en même temps jusqu'à venir se placer au contact de l'assise suivante; celle-ci se dissout totalement à son tour, le cotylédon s'accroît d'autant et ainsi de suite jusqu'à la couche cellulaire qui confine au tégument. L'action digestive émane donc encore de l'embryon, sous forme d'une diastase beaucoup plus énergique que la diastase qui dissout l'amidon.

Par leur mode successif et centrifuge de dissolution dans la graine entière, les albumens amylacé et cellulosique se montrent donc entièrement passifs. Comme des expériences qui datent déjà de quelques années l'a-

vaient établi d'une autre manière pour l'albumen amylacé (¹), ils sont digérés par l'embryon et ensuite absorbés par lui (²).

» En résumé, les résultats obtenus par ces deux méthodes s'accordent à montrer que les deux modes de digestion indiqués comme possibles au début de cette Note, et entre lesquels nous avons cherché à décider par l'observation et l'expérience, se réalisent à la fois dans la nature. L'albumen oléagineux et aleurique est doué d'une activité propre, il se digère lui-même et l'embryon ne fait qu'absorber les produits de cette digestion intérieure : il lui est une nourrice. L'albumen amylacé et l'albumen cellulosique sont au contraire passifs; ils sont digérés par l'embryon, chacun à sa manière, et les produits de cette digestion externe sont ensuite absorbés par lui : ils ne lui sont qu'une nourriture. »

CHIRURGIE. — *Du trépan préventif et hâtif dans les fractures vitrées, compliquées d'esquilles;* par M. C. Sédillot [3].

« Nos moyens d'étude reposent sur des principes identiques et ont pour but la transformation du doute, de l'hypothèse et de l'inconnu en certitude et en science.

» La biologie normale et pathologique ne compte pas d'erreur plus commune que la généralisation trop hâtive de faits incomplets, par oubli ou ignorance de quelques-unes de leurs conditions étiologiques.

» Les premiers observateurs de génie, frappés de l'évidence des vérités générales, les ont habituellement signalées et transmises sous forme aphoristique, et leurs successeurs, respectant les lois de la continuité et du perfectionnement scientifique, en poursuivirent les subdivisions ultérieures.

» Le droit de révision personnelle des opinions et des doctrines les plus autoritaires a ouvert la voie à d'immenses progrès, mais a produit des

---

[1] Ph. Van Tieghem : *Recherches physiologiques sur la germination.* (*Annales scientifiques de l'École Normale*, 2e série, t. II, 1873.)

[2] Cette marche inverse de la résorption de l'albumen pendant la germination de la graine entière, chez le Dattier et le Balisier d'une part et chez le Ricin de l'autre, a été signalée déjà par A. Gris dans ses *Recherches anatomiques et physiologiques sur la germination* (*Annales des Sciences naturelles*, 5e série, *Bot.*, t. II, p. 100, 1864), mais sans explication, ni conclusion aucune. La marche du phénomène dans le Ricin y est représentée simplement comme « une exception singulière ».

[3] Voir les *Comptes rendus* des 12 octobre et 16 novembre 1874, t. LXXIX, et du 11 septembre 1876, t. LXXXIII.

confusions et des dissidences, que la Médecine et la Chirurgie sont particulièrement appelées à éclairer et à combattre.

» La question du trépan en est un exemple et le moyen de sortir des contradictions qui l'obscurcissent est un sage retour à des points de départ incontestables.

» Le danger des corps étrangers développés ou accidentellement portés dans nos tissus est universellement reconnu. A moins d'enkystements exceptionnels, d'extractions directes ou d'éliminations par suite d'inflammations aiguës ou chroniques, purulentes, gangréneuses et ulcératives, le péril est imminent et augmente, lorsque ces corps sont durs, compactes, irréguliers, susceptibles de comprimer, d'irriter, de blesser les parties en contact, et surtout quand ils sont inaccessibles à la vue, au toucher et aux instruments.

» Les esquilles vitrées offrent précisément ces caractères; elles compriment ou traversent l'encéphale et ses enveloppes, y déterminent des infractus et des épanchements, des suppurations circonscrites ou diffuses, et ces altérations, produites à l'intérieur d'une boîte osseuse close et inextensible, destinée à contenir et à protéger la masse nerveuse encéphalique dont l'intégrité est indispensable à la vie, deviennent promptement et fatalement mortelles.

» L'indication curative est absolue. Les esquilles doivent être extraites par un ensemble de moyens compris dans l'opération du trépan, et renoncer aux investigations qui en éclairent et en facilitent l'application serait la négation de cet axiome, qu'une grande partie de l'art réside dans notre puissance de recherches et d'observations :

Μέγα μέρος τῆς τέχνης τὸ δύνασθαι σκοπεῖν. (Hipp.)

» Une autre indication générale est dès lors l'exploration la plus attentive des blessures. La vie d'un blessé est compromise par la présence d'une esquille, qu'on doit rechercher. Le trépan exploratif, dont nous avons recommandé l'emploi, dans certains cas exceptionnels, avait déjà été pratiqué par Fallope ([1]) avec une rugine triangulaire, et avait permis à ce grand chirurgien l'heureuse extraction de deux larges esquilles vitrées, dans un cas où la table externe du crâne n'avait pas été fracturée.

» Les interprétations spécieuses de quelques statistiques récentes ont

---

([1]) Édition d'Ambroise Paré, par Malgaigne.

été trop souvent invoquées contre le trépan hâtif et préventif, pour ne pas exiger une réfutation.

» Nous avons déjà montré, en nous appuyant sur la traduction encore inédite de M. Chauvel, médecin-major, professeur agrégé du Val-de-Grâce, que les observations de fractures du crâne et de trépanations, recueillies avec un soin et une précision admirables par les chirurgiens américains, pendant la guerre de la sécession, étaient peu favorables au trépan tardif préconisé par M. le Dr Heyfelder fils ([1]). Une autre statistique, plus récente ([2]), portant sur 923 cas de trépan, a également défendu la supériorité des trépanations tardives. Voici les renseignements qu'a bien voulu nous communiquer, à ce sujet, M. le Dr Jules Bœckel :

» Sur les 923 cas cités, 331 seulement portent la date de l'opération et de la blessure, et 270 méritent seuls un examen comparatif. On peut y établir les divisions suivantes :

» 98 trépanations préventives ont donné 52 guérisons, 43 morts.

» 118 trépanations secondaires : 54 guérisons, 64 morts.

» 58 trépanations tardives : 37 guéris, 21 morts.

» En nous bornant à l'examen des trépanations préventives, on trouve, parmi les 43 insuccès, 5 cas d'opérations incomplètes avec esquilles restées dans la boîte cranienne ou dans le cerveau, 3 cas de fractures concomitantes de la base du crâne ; 1 complication de rupture du foie ; 1 balle non retirée du cerveau ; 2 balles ayant traversé l'encéphale de part en part ; 1 fracture probable du rocher ; écoulement du sang par les oreilles ; 7 couronnes du trépan en divers points sans autopsie ; 3 fois la cause de la mort n'est pas indiquée. En retranchant ces 15 morts, non attribuables à la trépanation préventive, on ne compte plus que 28 revers contre 52 succès, proportion très-favorable et fort différente des conclusions de l'auteur.

» Ajoutons quelques remarques :

» Dans la chirurgie de guerre, l'encombrement et l'infection rendent effrayante la mortalité des opérés et des blessés. Ceux, parmi ces derniers, qui sont doués d'une vitalité exceptionnelle échappent seuls à ces redoutables influences et, quand la salubrité des locaux et les ressources de l'hygiène ont reparu, les succès opératoires redeviennent assez faciles et nombreux.

» Dans les statistiques des trépanations tardives, les blessés atteints de

---

([1]) *Manuel du chirurgien d'armée*, traduit en français.

([2]) BLUHM, *in Arch. de Ch. de Langenbeck*, t. XIX, fasc. 1, 2, 3; 1876.

fractures du crâne non trépanés et morts avant l'opération n'y sont pas évidemment comptés. Supposons la proportion de 24 morts non trépanés sur 30 cas de fractures vitrées, et 6 trépanés dont 3 guéris, plus ou moins complétement : on croira avoir obtenu 50 pour 100 de succès, tandis que, si les 30 blessés avaient subi le trépan préventif et hâtif, et qu'on n'en eût sauvé que 10 et perdu 20, la proportion des succès ne serait que de 1 sur 3, et l'on pourrait soutenir que ces opérations ont donné des résultats moins favorables que les tardives, quoique en réalité on eût obtenu trois fois plus de guérisons.

» On comprend comment de pareilles assertions, appuyées sur des chiffres en apparence incontestables, peuvent entraîner d'erreurs, et l'on ne s'étonnera pas de notre insistance à revenir à d'anciens préceptes parfaitement justifiés. Nos conclusions, déjà formulées par les plus grandes autorités chirurgicales, Ambroise Paré, Percival, Pott, Quesnay, Chélius, Erichsen, et de nos jours par M. l'Inspecteur général Legouest et tant d'autres qu'il nous serait facile de citer, se réduisent à la double indication du trépan, préventif et hâtif dans tous les cas de fracture, avec enfoncement et dépression du crâne, et de la même opération, tardive et secondaire lorsque l'apparition et la gravité des accidents la rendent indispensable comme dernière chance de salut.

» Nous ne saurions entrer dans les détails d'art et de science qui relèvent de la sagacité et de l'expérience personnelles des hommes de l'art; mais nous signalerons, comme un heureux et remarquable indice, la faveur avec laquelle on a accueilli, depuis peu de temps, les indications du trépan fondées sur la connaissance, encore fort incomplète, des localisations cérébrales fonctionnelles.

» La hardiesse de quelques trépanations entreprises sur l'indication de symptômes d'aphasie, ou de convulsions et de paralysie attribuées à des lésions superficielles des circonvolutions frontale et pariétale ascendantes du sillon de Rolando [1], n'a soulevé aucune objection.

» Une fracture pariétale avec enfoncement motivait sans doute l'application du trépan, mais on n'en doit pas moins applaudir à ces rationnelles affirmations de la doctrine des corrélations statiques et dynamiques ou organo-fonctionnelles. Les nouvelles méthodes de préparation et d'obser-

---

[1] Voir J.-M. Charcot et A. Pitres, *Des localisations dans l'écorce des hémisphères du cerveau et des paralysies et convulsions d'origine corticale* (*Revue mensuelle de Médecine et de Chirurgie*, nº 1, janvier 1877).

vation microscopique du cerveau, si heureusement employées par M. le Dr Luys et M. Mathias Duval, ont déjà réalisé et semblent promettre à la Physiologie cérébrale de magnifiques conquêtes.

» Deux faits récents, empruntés à M. le professeur Eugène Bœckel et à M. Tourneret, interne suppléant de M. Jules Bœckel [1], confirment hautement les préceptes que nous exposons.

» La première observation a trait à une fracture occipito-pariétale gauche, avec enfoncement du crâne sans plaie, trépanée le 25 août 1876, troisième jour de la blessure, pour remédier à des attaques épileptiformes avec perte de connaissance et mouvements convulsifs des membres et des muscles de la face, renouvelées de 10 heures du matin à 3 heures du soir, après deux jours exempts d'accident. A la sixième attaque, la température était à 39°,5, et le pouls à 84. Une double couronne de trépan, appliquée sous le brouillard phéniqué, permit de relever avec un levier le fragment déprimé et d'extraire plusieurs parcelles osseuses du volume d'un pois, déplacées sur la dure-mère intacte. Les attaques continuèrent pendant cinq jours et l'on observa une paralysie des paupières de l'œil gauche, des douleurs dans le bras droit et un commencement de paralysie du bras gauche. Le malade levait facilement la jambe droite, tandis que la gauche restait immobile et inerte. Deux mois plus tard, l'opéré a été revu parfaitement guéri.

« Tout en étant partisan du trépan préventif, tel que l'enseigne M. Sédillot, dit mon an-
» cien collègue Eugène Bœckel, je ne jugeai pas à propos d'intervenir immédiatement, à
» cause de l'absence de plaies et de symptômes cérébraux. Notre blessé eût couru cepen-
» dant moins de danger si le trépan préventif eût été appliqué d'emblée. Le pansement de
» Lister nous autorise chaque jour à plus de hardiesse. Les trépanés mouraient autrefois
» beaucoup plus des complications nosocomiales que de l'opération elle-même. C'est pour
» cette raison que la doctrine de l'abstention absolue était si souvent recommandée. »

» Le siége de la blessure, le défaut d'accidents primitifs et l'apparition des convulsions et des paralysies partielles indiquaient une lésion des couches corticales du cerveau, et nous pourrions citer un assez grand nombre d'autres faits analogues.

» La seconde observation d'extraction préventive d'esquilles vitrées est relative à un jeune garçon de quinze ans qui avait reçu, sur le côté droit du sommet de la tête, une pierre tombée de 12 mètres de hauteur, le 15 juillet 1876. Perte de connaissance de quelques secondes, réponses justes mais lentes, aucune paralysie de la face. Pied gauche immobile. Le blessé peut à peine soulever la jambe correspondante, sans que la sensibilité ait disparu. Deux plaies contuses, presque en croix, existent vers le tiers moyen et postérieur du pariétal droit. On constate un enfoncement très-marqué de l'os. Après un débridement périosté pendant l'anesthésie chloroformique, on retire avec un davier, et en s'aidant d'une spatule, un premier fragment de $0^{m},07$ de longueur sur $0^{m},055$ de largeur. Une esquille vitrée de même dimension est ensuite extraite. Le pansement phéniqué fut appliqué. La paralysie de

[1] *Gazette médicale de Strasbourg*, 1er mai 1877.

la jambe et du pied gauche disparurent au bout de six semaines, et la guérison fut complète le cinquième mois.

» Ici encore l'extraction immédiate et préventive des esquilles déprimées sauva le malade.

» Ces remarquables succès, ajoutés à tous ceux que nous avons déjà mentionnés, dont le nombre se multiplie rapidement, ne laissent pas de doute sur le retour de la chirurgie aux préceptes dont elle avait été passagèrement détournée, et revenir à la vérité c'est presque la découvrir une seconde fois. »

ASTRONOMIE. — *Observations des satellites de Saturne, faites à l'Observatoire de Toulouse en 1876, avec le grand télescope Foucault.* Note de **M. F. Tisserand.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les observations que nous avons faites dans le courant de l'année dernière sur les satellites de Saturne, avec notre grand télescope de $0^m,80$; ces observations se rapportent aux cinq premiers satellites; nous ne nous sommes pas occupés d'Hypérion, dont nous n'avions aucune éphéméride, ni de Titan, si bien connu par les travaux de Bessel; enfin nous avons laissé de côté Japhet qui, lui aussi, est assez bien connu, et qui du reste se serait mal prêté à notre mode d'observation. Pour les cinq premiers satellites, les éphémérides de M. Marth nous ont été d'un grand secours, bien qu'elles nous soient parvenues quand nos observations étaient déjà commencées.

» Le satellite le plus voisin de la planète, Mimas, ne peut guère être aperçu que dans ses plus grandes élongations; aussi nous sommes-nous bornés à observer ces phénomènes.

» Pour les quatre suivants, Encelade, Thétys, Dioné et Rhéa, nous avons eu recours à un mode d'observation pratiqué autrefois par Dominique Cassini, puis par W. Herschel, et répété depuis avec succès à Malte en 1863, 1864, 1865, par MM. Lassell et Marth. Voici en quoi il consiste: par les extrémités de l'anneau, on suppose menées des perpendiculaires à la ligne des anses; les satellites viennent passer périodiquement par ces perpendiculaires qu'on se représente aisément, bien qu'elles ne soient pas tracées dans le ciel, au moins à une petite distance de l'anneau (et les satellites dont nous nous occupons traversent ces droites à de faibles distances de l'anneau). L'expérience montre que le moment du passage d'un satellite par l'une de ces perpendiculaires peut être déterminé avec une

grande précision : c'est ce qui résultera des nombres que je donnerai plus loin.

» Les passages d'un satellite par la perpendiculaire menée à l'est de la planète seront indiqués par les lettres NE et SE, suivant qu'ils ont lieu au nord ou au sud de la ligne des anses; pour les passages qui arrivent de l'autre côté, nous emploierons les lettres NO et SO.

» Les observations ont été faites par M. Perrotin et par moi, avec un grossissement de 335 fois : les observateurs sont désignés par leurs initiales P et T; les temps des observations sont donnés en temps moyen de Toulouse; enfin, comme toutes les observations ont été faites en 1876, j'ai omis de mettre l'année en regard des observations.

	Mimas. h m		Élongation.
Oct. 24....	11.21	T	E
26 ...	8. 1	T	E
Nov. 2. ..	8.48	P	O
4....	5.59	P	O
10....	8.33	P	E

	Encelade.		Passage.
Août 11....	13. 8,3	P	NO
Sept. 18....	11.53,8	P	SO
20....	13.16,9	P	NE
26....	10.37,7	P	SE
Oct. 7....	9.45,5	P	SE
29....	7.52,2	P	SE
Nov. 9....	6.57,0	P	SE

	Thétys.		
Juill. 25. ..	11. 7,2	T	SE
29. ..	12.45,9	P	SO
Août 11....	10.41,7	P	SE
12....	9.15,2	T	NO
16....	11. 3,1	P	NE
28....	10.19,6	P	SE
29....	9. 1,4	P	NO
31....	13.26,5	P	NE
Sept. 1....	11.58,9	P	SO
4....	7.59,8	P	NE
18....	11.39,8	T	SO
19....	10.41,3	P	NE
20....	8.55,4	P	SO
21....	7.36,4	T	NE

	Thétys (suite). h m		Passage.
Oct. 1....	9.37,9	T	SE
7....	8.36,5	P	SO
24....	8.22,7	T	SO
Nov. 3....	10.23,1	P	NO
4....	9 9,3	T	SE
6....	6.22,1	P	SE

	Dioné.		
Juill. 18. ..	11.12,2	P	NO
21....	13.14,9	P	NE
29....	9.50,4	P	NO
Août 5....	13.54,5	P	SO
12....	10.19,1	P	NE
16....	12.30,9	P	SO
28....	12.11,3	P	NO
31....	13.39,9	P	NE
Sept. 4....	8.11,7	P	SE
7....	9.45,1	P	SO
18....	8.24,8	P	SO
19....	9.18,3	P	NO
Oct. 26....	8. 2,6	T	SE
29....	9.21,7	T	SO
30....	10.25,7	T	NO
Nov. 6....	6.37,6	P	SE
9 ...	8. 8,5	T	SO

	Rhéa.		
Juill. 17....	12.48,0	P	NE
21....	16. 2,4	P	NO
26....	13.28,8	P	NE

Rhéa (suite).			Passage.	Rhéa (suite).			Passage.
	h m				h m		
Juill. 28....	10.36,3	P	SE	Sept. 25....	12.12,0	T	SO
Août 4....	14.12,2	P	NE	Oct. 24....	11.10,7	P	NO
29....	10. 2,3	P	SO	29....	8.57,7	T	NE
Sept. 2....	13. 3,7	P	SE	Nov. 9....	6.32,0	P	SE
7....	10.47,9	P	SO	27....	8.25,3	T	SE
18....	8.19,3	P	NO	Déc. 11....	7. 6,6	P	SO

» Je vais indiquer rapidement comment on peut déduire des observations précédentes les longitudes saturnicentriques des satellites; ces satellites sont supposés se mouvoir dans le plan de l'anneau; la position de l'anneau est calculée par les formules de Bessel. Soient l' et λ' la longitude et la latitude de la Terre vue de Saturne (longitude comptée dans le plan de l'anneau, latitude relative à ce plan), ρ' la distance de la Terre à Saturne, $2p$ le diamètre apparent de l'anneau vu de la Terre, r la distance du satellite au centre de Saturne; on a, pour déterminer la longitude l du satellite dans le plan de l'anneau, l'une des quatre formules suivantes :

$$(1)\quad \begin{cases} \text{SO} & l = l' + \gamma \qquad\qquad - p\cos\lambda', \\ \text{NO} & l = l' + 180^\circ - \gamma - p\cos\lambda', \\ \text{NE} & l = l' + 180^\circ + \gamma + p\cos\lambda', \\ \text{SE} & l = l' - \gamma \qquad\qquad + p\cos\lambda', \end{cases}$$

où $\sin\gamma = \frac{p\rho'}{r}$.

» Désignons par a, e, ϖ le demi-grand axe, l'excentricité, la longitude du périsaturne de l'orbite du satellite; on a

$$r = \frac{a(1-e^2)}{1+e\cos(l-\varpi)};$$

les excentricités des satellites considérées étant très-petites, nous négligerons e^2, et nous aurons ainsi

$$\sin\gamma = \frac{p\rho'}{a}[1 + e\cos(l-\varpi)],$$

d'où

$$(2)\qquad \gamma = \gamma_0 + e\cos(l-\varpi)\tan\gamma_0,$$

en posant

$$\sin\gamma_0 = \frac{p\rho'}{a}.$$

» J'ai admis, pour la valeur $2p_0$ de $2p$, qui répond à la distance

moyenne de Saturne à la Terre, $2p_0 = 39'',31$, valeur donnée par Bessel; j'ai pu ainsi calculer les valeurs de γ_0 pour les divers satellites.

» Supposons qu'on veuille déduire des observations la valeur de la longitude moyenne l_0 du satellite pour une époque comprise entre les observations extrêmes. En partant de la première et de la troisième des équations (1), adoptant une valeur assez exacte du moyen mouvement, ajoutant les deux équations en question, on voit que l'équation du centre disparaît, comme le terme en e provenant de l'équation (2); on a donc une valeur de l_0 indépendante de e et ϖ; la même chose a lieu si l'on combine la seconde et la quatrième des équations (1); mais les deux valeurs obtenues pour l_0 supposent que p_0, et par suite γ_0, est exact; on pourra écrire

$$\tfrac{1}{2}(\text{SO} + \text{NE}) \quad l_0 = \text{A} + d\gamma_0 = \text{A} + \text{B}\,dp_0,$$
$$\tfrac{1}{2}(\text{NO} + \text{SE}) \quad l_0 = \text{A}' - d\gamma_0 = \text{A}' - \text{B}\,dp_0;$$

d'où

$$dp_0 = \frac{\text{A}' - \text{A}}{2\text{B}}.$$

» On peut donc, par nos observations, obtenir le diamètre apparent de l'anneau de Saturne; voici les résultats auxquels j'ai été conduit par la discussion des observations de Thétys, Dioné et Rhéa :

Thétys................	$2p_0 = 40'',45$	Moyenne : $40'',51$;
Dioné................	$2p_0 = 40,61$	
Rhéa................	$2p_0 = 40,47$	

l'accord de ces trois déterminations est remarquable et dénote l'exactitude des observations.

» Dans une prochaine Communication, je ferai connaître les valeurs des longitudes des satellites conclues de nos observations par les formules (1); je donnerai aussi les résultats de la comparaison de ces observations avec celles de M. Lassell, que j'ai entièrement réduites. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur un théorème relatif à la détente des vapeurs sans travail externe.* Note de M. G.-A. HIRN.

« Le théorème dont il s'agit, et sur lequel je reviens dans cette Notice, peut s'énoncer ainsi :

» *Lorsque, sans rendre de travail externe et sans recevoir ni perdre de chaleur, une vapeur, saturée ou surchauffée, passe d'un volume à un autre plus*

grand, la pression à laquelle elle tombe est, par rapport à la pression initiale, en raison inverse des volumes, et l'on a algébriquement

$$(\Omega) \qquad PV = P_0V_0 = \Omega, \quad \text{d'où} \quad P = \frac{P_0V_0}{V} = \frac{\Omega}{V}, \quad V = \frac{P_0V_0}{P} = \frac{\Omega}{P}.$$

» Au premier abord, on peut croire qu'il s'agit ici simplement de la loi de Mariotte; il n'en est nullement ainsi en réalité, puisque le rapport ci-dessus a lieu quelle que soit la température que prenne spontanément la vapeur en passant de V_0 à $V > V_0$ et que cette température diffère toujours (en général *en moins*, peut-être exceptionnellement *en plus*) de celle de la vapeur à P_0.

» J'ai donné pour la première fois ce théorème dans la première édition (1862) de mon Ouvrage sur la Thermodynamique. En raison même de sa singularité presque paradoxale, en raison des conséquences importantes qui en découlent pour la théorie des vapeurs surchauffées et des gaz, je ne l'ai pour ainsi dire pas perdu de vue depuis cette époque. J'ai cherché à perfectionner ma première démonstration, qui laissait à désirer quant à la rigueur et quant à la clarté; je me suis attaché surtout à montrer pourquoi et comment la relation

$$PV = P_0V_0 = \Omega$$

ne peut être qu'*approximativement juste*. Ce que j'ai exposé à ce sujet dans ma dernière édition (1875-1876) est, je crois, assez complet, sauf un seul point que je n'avais pas réussi à élucider. J'ai dit alors qu'on a approximativement

$$PV = P_0V_0,$$

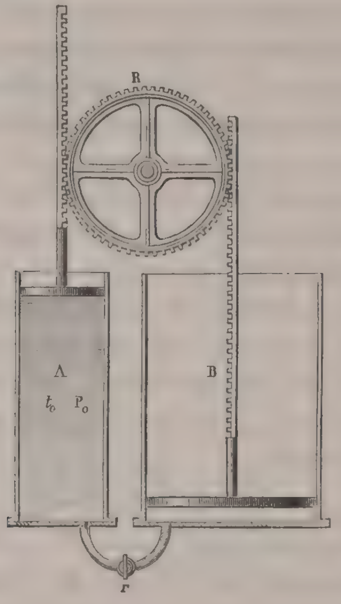
et plus exactement, quoique encore *approximativement*,

$$(\Omega) \qquad P(V - \Psi) = P_0(V_0 - \Psi),$$

Ψ étant le volume invariable de la totalité des atomes que représente l'unité de poids de chaque vapeur. Je n'ai toutefois pas introduit dans le corps même de la démonstration cet élément si important de la Physique moléculaire. Une circonstance dont je parlerai plus loin ayant récemment ramené mon attention sur le théorème (Ω), je suis parvenu à combler cette lacune et à rendre ainsi la démonstration complète. C'est ce que je vais montrer ici.

» Pour plus de clarté et pour ne pas renvoyer à tous moments à mon Ouvrage, je vais donner cette démonstration intégralement, quoique sous la forme la plus concise possible.

» Soient deux cylindres parallèles, A et B, de sections inégales s et $S > s$, dans lesquels se meuvent deux pistons dont les tiges, pourvues de crémaillères, sont rendues solidaires par la roue R, de telle sorte que l'un ne puisse pas descendre sans que l'autre ne monte précisément autant. Ces cylindres, fermés par le bas, sont mis à volonté en rapport par un tube pourvu d'un robinet r.



» Nous admettrons : 1° que les parois des cylindres, etc., sont absolument imperméables au calorique; 2° que les frottements des pistons, de la roue, etc., sont nuls; 3° et enfin que tout l'appareil est placé dans le vide, ou que nous faisons abstraction de la pression externe. A peine ai-je besoin de dire que l'expérience dont il s'agit, quoique rigoureuse quant aux conclusions qui en découlent, est inexécutable et tout à fait *fictive*, comme Physique-Mécanique appliquée.

» Le robinet r étant fermé, supposons que le piston de A soit au haut de sa course et que le cylindre soit rempli d'une vapeur quelconque saturée, mais sans liquide ou surchauffée. Entr'ouvrons un tant soit peu le robinet r : la vapeur de A, dont la pression est P_0, va passer graduellement en B; le piston de A descendra, celui de B montera précisément autant, et quand ils seront arrivés, l'un au bas, l'autre au haut de leur course, la vapeur de A aura passé tout entière en B (sauf celle qui remplit le tuyau de jonction et que nous supposerons négligeable).

» Quatre faits sont évidents dans cette expérience :

» 1° Par la construction même de l'appareil, il n'y a aucun travail externe produit pendant tout le mouvement des pistons (nous supposons celui-ci assez lent pour que la force vive soit négligeable).

» 2° Puisque le travail externe est nul, la chaleur totale interne, l'énergie totale de l'unité de poids de la vapeur en A étant U_0 au commencement, elle sera aussi U_0 en B, à la fin de l'opération.

» 3° Par la même raison, on aura, pendant tout le cours de l'expérience,

$$(1) \qquad mU_a + (M - m)U_b = MU_0,$$

M désignant la masse totale et invariable de vapeur, d'abord en A; m désignant la masse qui, à un instant quelconque, reste encore en A; et U_a, U_b désignant les énergies de l'unité de poids des vapeurs en A et en B, *supposées variables.*

» 4° Enfin, et toujours par la construction même de l'appareil, on a d'un bout à l'autre de l'expérience

$$P_b = P_a \frac{s}{S},$$

P_a et P_b désignant les pressions en A et en B, *supposées variables.*

» La question est maintenant de savoir si U_a et, par conséquent, aussi P_a sont effectivement variables, ou si, au contraire, on a $U_a = U_0 =$ const., et, par suite, $P_a = P_0 =$ const. Analysons de plus près ce qui se passe dans nos deux cylindres, pendant la marche des pistons.

» En différentiant l'équation (1), on a

$$(U_a - U_b)\,dm + m\,dU_a + (M - m)\,dU_b = 0.$$

» 1° Si, en A, U_a et P_a varient, ce ne peut être que parce que le volume négatif à chaque instant engendré par la marche du piston est plus grand ou plus petit que le volume à P_a, qui passe en B : ce ne peut donc être que parce que le volume spécifique V_a de la vapeur en A diminue ou grandit. De cette variation naît un travail dont la valeur élémentaire est $P_a\,dV_a$, et c'est ce travail seul qui peut produire la variation de l'énergie mU_a. On a, par conséquent,

$$m\,dU_a = -\,mAP_a\,dV_a,$$

A étant l'équivalent calorifique de l'unité de travail (ou $\frac{1}{425}$ kilogrammètre).

» 2° Si, de même, en B, U_b et P_b varient, ce ne peut être aussi que parce que le volume à chaque instant engendré par le piston est plus grand

ou plus petit que le volume que prend la vapeur en tombant de P_a à P_b et qu'ainsi le volume spécifique V_b de la vapeur grandit ou diminue. Ici, toutefois, l'ensemble des phénomènes est loin d'être aussi simple que dans le cylindre A, et l'analyse en est beaucoup plus délicate.

» 1° De ce que le volume spécifique V_b varie, il résulte tout d'abord que la masse de vapeur $(M - m)$ déjà arrivée en B éprouve une compression ou une expansion. Il s'opère donc dans cette masse un travail élémentaire $P_b dV_b$ qui modifie l'énergie $(M - m) U_b$ d'une valeur $- AP_b dV_b (M - m)$.

» 2° En outre, il pénètre de A en B, sous une pression $(P_a - P_b)$, un volume que je désignerai par dv et dont l'introduction coûte un travail $(P_a - P_b) dv$. Ce travail est représenté par la vitesse de translation des molécules passant de A en B par l'étranglement du robinet; cette vitesse est détruite en B et produit, par suite, une quantité de chaleur qui a pour valeur $A(P_a - P_b) dv$.

» 3° Au moment même où la vapeur a pénétré en B, elle passe, sous la pression P_b, du volume dv à un autre que nous désignerons par $d\Upsilon$. Il s'exécute ainsi un travail qui coûte une quantité de chaleur $AP_b(d\Upsilon - dv)$.

» C'est visiblement à la somme des trois variations précédentes qu'est due la variation élémentaire totale $(M - m) dU_b$, et l'on a, par suite :

$$(M - m) dU_b = A[(P_a - P_b) dv - P_b(d\Upsilon - dv) - (M - m) P_b dV_b].$$

» En écrivant ces valeurs de $(M - m) dU_b$ et $m dU_a$ dans l'équation (2), et en faisant $\frac{1}{A} = E$ (ou 425 kilogrammètres), elle devient

$$E(U_a - U_b) dm - m P_a dV_a + P_a dv - P_b d\Upsilon - (M - m) P_b dV_b = 0$$

ou, plus simplement encore $\left(\text{puisque } P_b = P_a \frac{s}{S}\right)$,

$$(3) \quad E(U_a - U_b) dm - m P_a dV_a - (M - m) \frac{s}{S} P_a dV_b + P_a\left(dv - \frac{s}{S} d\Upsilon\right) = 0. \text{ »}$$

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des plaques élastiques planes.* Mémoire de M. MAURICE LÉVY. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Les formules que Poisson et Kirchhoff ont déduites des équations générales de la théorie mathématique de l'élasticité, pour représenter la

flexion d'une plaque mince, fournissent la même équation aux dérivées partielles du quatrième ordre; mais celles de Poisson comportent trois conditions à la surface et donnent lieu à un problème d'Analyse impossible toutes les fois que les forces agissantes ne sont pas telles que ces trois conditions se réduisent d'elles-mêmes à deux; les formules de Kirchhoff, au contraire, ne comportent que deux conditions à la surface, et donnent lieu à un problème d'Analyse toujours possible et déterminé.

» Pour cette raison, la théorie de Kirchhoff est généralement admise, sans que l'on n'ait pu pourtant découvrir la moindre erreur dans celle de Poisson. M. Boussinesq, dans un intéressant Mémoire publié au tome XVI du *Journal de M. Liouville*, lui en attribue une; mais je montre qu'elle n'existe pas; je dis, de plus, que les deux théories, si discordantes en apparence, sont au fond identiques, et que celle si séduisante de Kirchhoff n'est, quoiqu'elle conduise à un problème d'Analyse toujours soluble, applicable que dans les cas très-exceptionnels où celle de Poisson s'applique elle-même, et que, dans ces cas, elles fournissent toutes deux des résultats identiques.

» Poisson, en effet, s'est borné à développer en séries les formules générales de la théorie mathématique de l'élasticité, en profitant de la faible épaisseur supposée de la plaque, pour s'arrêter aux premiers termes des développements. Cela équivaut, comme il le fait observer lui-même, à admettre ce que Kirchhoff (et avant lui Navier) ont admis *a priori*, à savoir que la plaque se déforme de telle façon que les petites lignes primitivement droites et normales à son plan moyen conservent cette double propriété après la déformation.

» En opérant ainsi, il se trouve qu'il est conduit à un problème d'Analyse en général impossible; il ne s'ensuit à aucun degré qu'il se soit trompé; mais simplement que le mode de déformation supposé est impossible, toutes les fois qu'entre les forces qui sollicitent la plaque il n'existe pas une relation convenable.

» Or Kirchhoff a précisément basé toute sa théorie sur la possibilité d'une telle déformation. Il s'est servi du potentiel des forces élastiques; en d'autres termes, il a appliqué le principe des vitesses virtuelles; *mais en n'attribuant aux divers points de la plaque que des déplacements virtuels dans lesquels chaque petite ligne droite et normale à la surface moyenne conserve cette double propriété.*

» De tels déplacements, d'après ce qui vient d'être dit, sont en général incompatibles avec les liaisons du système matériel qu'il étudiait, c'est-à-

dire avec la constitution d'un corps solide isotrope; donc, *en général*, les équations de Kirchhoff ne sont pas applicables à une plaque isotrope.

» Pour qu'elles le deviennent, il faut qu'entre les forces agissantes il existe une relation; cette relation est précisément celle qui est aussi nécessaire pour que les trois conditions à la surface de Poisson se réduisent à deux, et alors les formules de Poisson sont applicables aussi bien que celles de Kirchhoff et fournissent les mêmes résultats.

» Pour arriver à mettre le problème en équation, dans le cas général, au lieu de considérer dès l'abord, comme on l'a fait, un problème d'approximation, nous étudions d'abord un problème rigoureux, en considérant un cylindre de hauteur finie, et nous posons cette question : Etant donné un cylindre sur les deux bases et la masse entière duquel n'agissent pas de forces, est-il possible de répartir, suivant chacune de ses génératrices, des pressions dont la résultante de translation et le moment résultant soient seuls donnés, de telle façon qu'une droite matérielle primitivement normale aux deux bases du cylindre se transforme en une courbe parabolique d'un degré quelconque n? Nous trouvons que, pour que cela soit possible, il faut que certaines fonctions, au nombre de sept, satisfassent simultanément à treize équations aux dérivées partielles, dont douze de l'ordre $2n$ et une du second ordre. Nous sommes parvenu à trouver les conditions nécessaires et suffisantes pour que ces équations admettent des solutions communes et à définir ces solutions communes par un système d'équations n'ayant plus rien de surabondant.

» Les résultats que nous obtenons sont ceux-ci : 1° le problème est toujours impossible si $n > 3$, c'est-à-dire qu'en aucun cas et quelles que soient les forces agissant sur la surface latérale du cylindre, une droite ne peut se transformer en une courbe algébrique d'un degré supérieur au troisième : c'est là un résultat très-curieux, que rien assurément ne pouvait faire prévoir; 2° si $n \leqq 3$, le problème n'est possible que si, entre la résultante de translation et le moment résultant des pressions agissant le long de chaque génératrice, il existe une certaine relation.

» De là, on déduit facilement que, dans un cylindre de hauteur très-petite, il sera impossible, à moins que cette même relation existe, que les droites dont il s'agit restent droites, *même approximativement*.

» Ainsi se trouve établie d'une façon rigoureuse l'impossibilité de l'hypothèse de Navier et de Kirchhoff, et en même temps il ressort de là que la solution du problème des plaques ne pourra pas être algébrique relativement à la coordonnée z parallèle aux génératrices du cylindre latéral de la plaque.

» Nous cherchons donc, outre la solution algébrique, une autre solution. En les réunissant, on a des équations qui conviennent rigoureusement à une infinité de cas d'équilibre des corps cylindriques et dont les solutions comportent cinq fonctions arbitraires et permettent de se donner arbitrairement la résultante de translation et le moment résultant des pressions appliquées sur chacune des génératrices du cylindre.

» Si l'on suppose maintenant que la hauteur du cylindre devienne infiniment petite, les formules (qui se simplifient notablement) conviendront au problème des plaques.

» Après avoir mis ainsi le problème en équation, en faisant abstraction des forces telles que la pesanteur agissant sur la masse entière de la plaque, pour introduire ces forces sans reprendre des calculs qui deviendraient extrêmement compliqués, nous employons une méthode qui constitue une sorte d'extension de la méthode de la variation des constantes arbitraires : elle pourrait se nommer la méthode de la variation de la forme des fonctions arbitraires. Elle consiste en effet à modifier la forme des diverses fonctions qui entrent dans nos équations de façon telle que, sans cesser de satisfaire aux conditions sur les bases qui ne changent pas, elles puissent satisfaire aux nouvelles équations d'équilibre intérieur résultant de l'introduction des forces agissant sur la masse de la plaque et aux nouvelles conditions sur la surface latérale.

» Une fois les forces proportionnelles aux masses introduites, le théorème de d'Alembert fournit les équations du mouvement.

» Nous appliquons notre théorie à une étude complète de l'équilibre et du mouvement de la plaque circulaire, soit libre, soit appuyée, soit encastrée sur son pourtour. Dans le cas de l'équilibre, nos formules permettent de calculer en termes finis la flèche au centre de la plaque appuyée ou encastrée, quelle que soit la répartition des forces extérieures; dans le cas du mouvement, le mouvement vibratoire du centre de la plaque ne dépend que des déplacements moyens et des vitesses moyennes sur les circonférences concentriques à la plaque et non des déplacements et vitesse initiaux imprimés à chaque point. Enfin, si l'on suppose tout symétrique autour du centre, nos formules coïncident avec celles de Poisson, qui, dans ce cas particulier, le seul qu'il ait traité, se trouvent satisfaire à toutes les conditions du problème. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le **Président du Comice viticole des Pyrénées-Orientales** adresse un document à l'Académie et appelle son attention sur le passage suivant :

« Aujourd'hui, on ne peut plus le contester, ce sont les plants américains qui ont apporté le Phylloxera en France. Ces plants portent tous le Phylloxera avec eux. Leur plantation sur un point donné est le signal d'une invasion phylloxérique. Dans certaines régions actuellement ravagées, on croit avoir observé que ces plants, quoique naturellement chargés de Phylloxeras, lui résistent, et on s'y livre avec ardeur à leur plantation, dans l'espoir, non encore complétement justifié, de renouveler les vignes disparues. Que dans ces départements on laisse faire de tels essais, cela se conçoit ; mais que, dans les départements non encore envahis, on laisse planter des plants américains dans l'espoir d'avoir des vignes résistantes, lorsque les vignes naturelles au pays seront attaquées, c'est là une expérience qui ne saurait être tolérée, car son résultat le plus clair serait de livrer une nouvelle région à l'invasion.

» Cette opinion, le Comice viticole des Pyrénées-Orientales l'a toujours eue, et c'est en se basant sur ces considérations qu'il a demandé et obtenu un arrêté de M. le Préfet des Pyrénées-Orientales, du 24 juin 1874, interdisant l'introduction dans le département de tout plant de vigne provenant du dehors. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Bageau**, M. **Barouyer**, M. **Doineau**, M. **Gavazzi**, M. **Kibble**, M. **Julhe**, M. **Ledoré**, M. **Lepreste**, M. **Malé**, M. **Schlencking**, M. **Simorre** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

M. le général **Morin**, en présentant le n° 25 du « Mémorial de l'Officier du Génie », appelle l'attention de l'Académie sur une étude de divers dispositifs optiques, destinés à projeter la lumière électrique sur les objets éloignés, par M. le lieutenant-colonel *A. Mangin*.

(Commissaires : MM. Becquerel, général Morin, Fizeau, Tresca.)

M. **G. Burmeister** adresse à l'Académie un ouvrage intitulé : « Los Caballos fosiles de la Pampa argentina ».

(Renvoi à l'examen de M. Boussingault.)

M. **Ch. Antoine** adresse un troisième Mémoire sur les propriétés mécaniques des vapeurs, intitulé : « De la chaleur totale des vapeurs à l'état de saturation et des vapeurs surchauffées à une température et sous une tension donnée. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **A. de Vervins** adresse un Mémoire intitulé : « Sur les causes qui peuvent produire la double marée qui s'élève chaque jour, en même temps, aux deux côtés opposés du globe ».

(Ce Mémoire sera soumis à l'examen de M. Mouchez.)

M. **E. Guitard** adresse une Note sur un système de chauffage, destiné aux voitures de chemins de fer.

(Commissaires : MM. Morin, Jamin, Tresca.)

M. **L.-F. Collas** adresse une Note intitulée : « Cause des débordements fluviaux et moyen d'y remédier ».

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. **A. Netter** envoie des documents à l'appui de ses idées : « Sur la pathogénie de la rétinite pigmentaire ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre des Travaux publics** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, un ouvrage intitulé : « Inventaire des cultures de Trianon, par M. le comte *Jaubert* ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une brochure de M. *P. Volpicelli*, intitulée : « Sull' elettrostatico inducente costante ».

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la théorie des machines frigorifiques.* Note de M. A. TERQUEM.

« Les machines frigorifiques, telles que les machines à éther, à acide sulfureux liquide, à air, dans lesquelles on dépense du travail pour transporter de la chaleur d'un corps froid (eau à congeler par exemple) sur un autre corps plus chaud (eau à la température ambiante), ne sont en réalité que des machines motrices renversées. Si donc l'agent employé, air ou liquide volatil, prend au corps à refroidir une quantité de chaleur égale à q, il devra céder au deuxième corps une quantité de chaleur Q, égale à q augmenté de la chaleur $Q - q$ équivalente au travail dépensé. Le rendement théorique sera donc $\frac{q}{Q-q}$. Quel doit être le cycle d'une machine frigorifique à air, qui donnera à cette expression sa valeur maximum? M. Linde, professeur à l'École Polytechnique de Munich, a donné le tracé de ce cycle, en admettant : 1° que la chaleur Q est enlevée tout entière à la température supérieure T_1, le gaz étant comprimé suivant une ligne isotherme AB à la température T_1; 2° qu'il se détend ensuite, en passant de la température T_1 à une température inférieure T_0, suivant une ligne BC, tout en refroidissant un corps en contact avec lui et possédant constamment la même température que lui; 3° enfin que le gaz est comprimé suivant une ligne adiabétique CA, qui ferme le cycle, et qu'il revient à la température initiale T_1. Dans ces conditions, en effet, la distance des niveaux thermométriques entre lesquels est transportée la quantité de chaleur absorbée q est minimum. Cette ligne BC, suivant laquelle s'opère la détente du gaz, pourrait être nommée *ligne mixte*, vu qu'elle est intermédiaire entre les lignes isothermes et les lignes adiabétiques. Si, en effet, on désigne par M la capacité calorifique du corps qui se refroidit en même temps que le gaz, c'est-à-dire le produit de son poids par sa chaleur spécifique, l'équation différentielle de cette ligne est

$$dQ = -M\,dt = \frac{cT\,dp}{p} + \frac{CT\,dv}{v}. \tag{1}$$

On doit mettre le signe — devant M, puisque le gaz absorbe de la chaleur tout en se refroidissant, dT étant par suite négatif.

» L'équation de cette ligne mixte est

$$pv^{\frac{M+C}{M+c}} = \text{const.} \tag{2}$$

(C et c sont les deux chaleurs spécifiques de l'air), équation déjà donnée par Zeuner sous une forme différente. La quantité de chaleur absorbée par

le gaz, tandis qu'il passe de T_1 à T_0, est $M(T_1 - T_0)$ et le travail extérieur $(M + c)(T_1 - T_0)$. On trouve pour le rendement dans ce cycle

$$(3) \qquad \frac{q}{Q-q} = \frac{T_1 - T_0}{T_1 \log \frac{T_1}{T_0} - (T_1 - T_0)}.$$

Telle est la valeur trouvée par M. Linde pour le rendement maximum d'une machine frigorifique à air.

» Mais on peut faire voir, par une démonstration analogue à celle que l'on emploie pour la généralisation du principe de Carnot, que le rendement reste le même pour le même cycle, quel que soit l'agent employé. En outre, M. Linde n'a indiqué que ce cycle comme réalisant le rendement maximum; M. Armengaud en a donné un autre ayant le même rendement, et l'on peut en trouver encore d'autres. On démontre même qu'*il existe une infinité de cycles déterminés qui donnent dans les machines frigorifiques ce même rendement maximum.*

Si l'on remplace, en effet, la ligne adiabétique CA du cycle de Linde par une ligne quelconque, suivant laquelle le gaz passe de la température T_0 à la température T_1, on aura pour le rendement

$$\frac{q}{Q-q} = \frac{M(T_1 - T_0) + \sum_{T_0}^{T_1} dQ}{M\left[T_1 \log \frac{T_1}{T_0} - (T_1 - T_0)\right] - \sum_{T_0}^{T_1} dQ + T_1 \int_{T_0}^{T_1} \frac{dQ}{T}},$$

la chaleur absorbée le long de cette ligne étant égale à ΣdQ. Cette quantité devant être égale à celle qui figure dans l'équation (3), on arrive après quelques transformations à la relation

$$\frac{\int_{T_0}^{T_1} \frac{dQ}{T}}{\log \frac{T_1}{T_0}} = \frac{\sum_{T_0}^{T_1} dQ}{T_1 - T_0}, \quad \text{ou bien} \quad \frac{\int \frac{dQ}{T}}{\log T} = \frac{\sum dQ}{T}.$$

» Cette relation est satisfaite, si l'on pose $dQ = \pm M' dt$. Comme, par hypothèse, le gaz se réchauffe le long de cette ligne, et qu'il ne peut céder de la chaleur qu'à la température la plus élevée T_1, il doit au contraire en absorber, et, par suite, on prendra M' avec le signe $+$.

» L'équation de cette dernière ligne sera donc

$$(4) \qquad p v^{\frac{-M'+C}{-M'+c}} = \text{const.},$$

équation qui ne diffère de l'équation (2) que par le signe de M.

» Le gaz ne pourrait, dans ce cas, refroidir un corps solide en contact avec lui, puisqu'il absorbe de la chaleur, il est vrai, mais en se réchauffant. Il pourrait, au contraire, refroidir un liquide qui circulerait en sens contraire du gaz, et dont chaque tranche aurait la température de la couche correspondante du gaz.

» Le cycle donné par M. Linde ne produit donc pas seul le rendement maximum dans les machines frigorifiques. Il y a, comme l'on voit, une différence essentielle entre ces dernières machines et les machines motrices. Dans celles-ci, en effet, il n'existe qu'un seul cycle donnant le rendement maximum, le cycle de Carnot, *tandis que, dans les machines frigorifiques, il existe une infinité de cycles donnant le rendement maximum*. Ces cycles seraient formés de trois lignes renfermées dans l'équation (2), avec $M = \infty$ pour la ligne isotherme AB à la température T_1, M positif pour la ligne mixte BC suivant laquelle s'opère la détente, et M négatif pour la ligne mixte CA suivant laquelle le gaz est ramené de la température inférieure T_0 à la température initiale T_1. Toutefois, pour que ce rendement maximum soit atteint, il faut que l'on utilise complétement l'absorption de chaleur qui a lieu quand le gaz subit les transformations représentées par les deux lignes mixtes. »

PHYSIQUE. — *Sur la réflexion de la lumière polarisée.* Note de M. CROULLEBOIS.

« Parmi les franges dont on doit la découverte à M. Airy, il en est une, appelée *courbe en semelle* par M. Billet, remarquable par l'instabilité de sa forme et de son orientation et ainsi très-propre à servir de caractéristique. Je me propose de montrer le parti que l'on peut tirer de l'étude de cette courbe pour reconnaître :

» 1° Quelle est la constitution physique d'un miroir, c'est-à-dire sa nature *positive, neutre* ou *négative*.

» 2° Quelle est la valeur de l'angle de polarisation maxima (première constante).

» 3° Quel est l'azimut de polarisation rétablie (seconde constante).

» Pour obtenir cette frange, on use à la manière ordinaire de l'appareil Jamin, dans lequel on substitue au compensateur un système convergent formé par l'assemblage d'une lentille et d'un spath perpendiculaire de plusieurs millimètres d'épaisseur. En outre, il est convenable de se servir de la lumière homogène de l'alcool salé. Le miroir donnant tous les *états*

d'ellipticité, le calcul des courbes isochromatiques doit être effectué dans un cas très-général.

» Dans un plan perpendiculaire au rayon réfléchi, supposons tracés deux axes, l'un horizontal OX couché dans le premier azimut (plan d'incidence), l'autre vertical OY. Soit OP = 1 la vibration primitive dirigée dans le quadrant supérieur de droite; soient aussi α, β, γ les angles que forment respectivement avec OX la vibration OP, la section principale de la lame et celle du polariscope. L'image extraordinaire définitive est formée avec quatre composantes dont les amplitudes et les phases sont

$$\begin{aligned}
A &= \cos\sigma\cos\beta\cos(\gamma-\beta), && \varphi + E,\\
B &= \sin\sigma\sin\beta\cos(\gamma-\beta), && \varphi' + E,\\
C &= \sin\sigma\cos\beta\sin(\gamma-\beta), && \varphi' + O,\\
D &= -\cos\sigma\sin\beta\sin(\gamma-\beta), && \varphi + O.
\end{aligned}$$

φ et φ' désignent les phases introduites par la réflexion. O et E celles des deux rayons dans le spath; et, en outre, on a posé

$$h\cos\alpha = \cos\sigma,\quad k\sin\alpha = \sin\sigma.$$

Pour calculer l'intensité I de l'image, on pose encore

$$\varphi - \varphi' = \delta,\quad O - E = \delta',$$

et l'on trouve la valeur suivante :

$$I = (\Sigma A\cos\xi)^2 + (\Sigma A\sin\xi)^2.$$

Les courbes isochromatiques sont données par l'équation

$$\frac{dI}{d\delta'} = 0,$$

qui, rendue explicite, donne

$$\operatorname{tang}\delta' = \frac{-\sin 2\sigma\sin\delta}{\cos 2\sigma\sin 2\beta - \sin 2\sigma\cos 2\beta\cos\delta} = \operatorname{tang} 2\pi\rho^2.$$

ρ étant proportionnel à la distance du centre du champ au point où le rayon lumineux perce la rétine. Telle est l'équation polaire de la frange en semelle.

» Elle possède deux axes de symétrie de longueur inégale. Le petit axe est donné en orientation et en longueur par les deux formules

$$\operatorname{tang}\beta = -\frac{1}{\operatorname{tang} 2\sigma\cos\delta},\quad \operatorname{tang} 2\pi\rho^2 = \frac{\sin 2\sigma\sin\delta}{\sqrt{1-\sin^2 2\sigma\sin^2\delta}}.$$

» De là les conséquences suivantes :

» 1° Si $\delta > 0$, c'est-à-dire si le miroir est *positif*, le petit axe est orienté dans le quadrant supérieur de droite.

» 2° Si $\delta < 0$, c'est-à-dire si le miroir est *négatif*, le même axe est orienté dans le quadrant supérieur de gauche.

» 3° Si $\delta = 0$, c'est-à-dire si le miroir est *neutre*, le petit axe s'évanouit.

» 4° Si $\delta = \pm \frac{\varpi}{2}$, c'est-à-dire sous l'incidence principale, le petit axe reste orienté à 45 degrés, quelle que soit l'orientation de la vibration primitive.

» 5° Sous cette incidence, quand on tourne le polariseur, les franges d'Airy se transforment en anneaux de Dove. Soit α l'azimut obtenu, c'est celui de la polarisation rétablie, lié aux facteurs d'altération des amplitudes par la formule $\tan g \alpha = \frac{h}{k}$.

» Cette méthode est commode pour l'étude de la réflexion en général et des *lois de Cauchy et de M. Jamin*; de plus, elle est sensible. Employez, en effet, comme miroir un verre ordinaire et observez sous une incidence voisine de l'angle de polarisation : vous reconnaîtrez que les extrémités du petit axe ont un écart appréciable, et pourtant la polarisation elliptique est si peu accusée, qu'elle a échappé à Fresnel.

» Une expérience intéressante est celle qui consiste à disposer successivement trois miroirs d'*acier*, d'*alun*, de *fluorine*. Le premier et le troisième, étant, l'un +, l'autre −, offrent deux positions contrastantes de la frange en semelle. Le second, étant neutre, offre le phénomène transitoire de la polarisation rectiligne conservée. »

CHIMIE. — *Sur la transformation du sucre cristallisable en glucose inactif dans les sucres bruts de canne.* Note de M. U. GAYON, présentée par M. Pasteur.

« Les récentes observations de M. Müntz et de MM. Aimé Girard et Laborde (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 210 et 214; 1876) ont définitivement établi que le sucre réducteur contenu dans les sucres bruts de canne est un glucose inactif sur la lumière polarisée.

» La proportion de ce glucose est très-variable avec les différents sucres bruts; il était intéressant de rechercher si, pour un même sucre, elle variait avec le temps.

» Les négociants et les raffineurs savent que, généralement, des sucres bruts, entassés dans un lieu humide, perdent de leur richesse au bout de quelques semaines. M. Dubrunfaut a remarqué qu'une mélasse, aban-

donnée dans son laboratoire, avait gagné, après un an de conservation en bocal bien clos, 2,85 pour 100 de sucre incristallisable, et qu'elle avait perdu 5,16 pour 100 de sucre cristallisable (*Le sucre*, t. I, p. 197). Quant aux sucres bruts, il considère comme « fort probable que tous s'altèrent » sous l'influence du temps, même étant conservés sous le petit volume » qu'ils offrent dans les échantillons types des boîtes administratives. » (*Ibid.*, p. 430.)

» Il résulte de mes observations que, comme les mélasses, les sucres bruts de canne perdent, avec le temps, du sucre cristallisable et gagnent du sucre incristallisable.

» Les analyses suivantes ont été faites avec des sucres laissés à la température ordinaire dans des flacons bouchés, qui contenaient 80 à 100 grammes de matière, et dans des tubes scellés à la lampe :

Origine des sucres.	Eau à l'origine.	Durée de l'expérience.	Perte en sucre cristallisable.	Gain en sucre incristallisable.	Perte de rendement au raffinage.
Mayotte.......	6,12 p. 100	286 jours	1,55 p. 100	1,90 p. 100	5,35 p. 100
La Guadeloupe.	8,38 »	161 »	3,40 »	5,82 »	15,04 »
La Guadeloupe.	3,62 »	98 »	1,00 »	1,42 »	3,84 »
		157 »	3,30 »	3,74 »	10,78 »

» Le rendement est calculé, abstraction faite des cendres, avec le coefficient 2 pour glucose, le seul que nous considérions ici.

» Les tubes scellés doivent être ouverts avec précaution, car la pression intérieure augmente, sans doute par suite de la formation d'acide carbonique.

» Le dernier sucre du tableau précédent a été mis en expérience le 17 mars, analysé le 23 juin, puis le 21 août. Donc, pendant l'été, la production de glucose a été plus forte que durant le printemps. Les sucres peu humides, et par conséquent très-riches, n'éprouvent pas d'altération sensible. La chaleur et l'humidité favorisent donc la transformation qui nous occupe. Aussi, lorsque les navires qui apportent le sucre des colonies ont reçu des coups de mer, le sucre arrive très-avarié. La température de la cale s'est élevée pendant la traversée ; une véritable fermentation s'est produite, avec dégagement d'acide carbonique.

» J'ai prélevé moi-même des échantillons dans des sacs peu avariés et dans des sacs très-avariés contenant le même sucre au départ ; voici les différences observées.

Origine du sucre.		Eau.	Sucre. cristallisable.	Glucose.	Rendement au raffinage.
La Réunion...	Sac peu avarié.	1,58 p. 100	95,00 p. 100	1,32 p. 100	92,36 p. 100
	Sac très-avarié.	2,07 »	93,00 »	1,59 »	89,82 »
La Guadeloupe.	Sac peu avarié.	0,63 »	97,50 »	0,62 »	96,26 »
	Sac très-avarié.	2,58 »	90,50 »	4,79 »	80,92 »
Maurice......	Sac non avarié.	2,40 »	93,50 »	1,31 »	90,88 »
	Sac avarié. Centre.	3,12 »	87,00 »	4,75 »	77,50 »
	Sac avarié. Surface.	5,95 »	83,00 »	6,18 »	70,64 »

» On voit que le rendement a varié de 20 pour 100 dans le sucre de Maurice ; les variations seraient encore plus grandes, si l'on tenait compte des cendres, car, partout où pénètre l'eau de mer, elle augmente le poids des matières minérales. On voit aussi combien est grande l'influence de l'humidité, car la transformation du sucre est pour ainsi dire proportionnelle à la quantité d'eau qu'il absorbe.

» Les exemples suivants donnent en outre la mesure de l'altération du sucre depuis le départ de la colonie. On trouve en effet, dans certains sacs, des mottes de grosseur variable, que l'humidité n'a pas atteintes, et qui n'ont éprouvé aucune modification apparente ; elles peuvent dès lors être considérées comme représentant à très-peu près l'état initial du sucre ; c'est à elles qu'il faut comparer les autres parties du chargement.

Origine du sucre.		Eau pour 100.	Sucre cristallisable pour 100.	Glucose pour 100.	Rendement au raffinage pour 100.
La Guadeloupe..	Sac peu avarié...	0,92	92,60	3,09	86,42
	Sac très-avarié...	2,75	87,20	6,44	74,32
	Autre sac très-avarié. Mottes centrales.	0,60	96,20	1,25	93,70
	Autre sac très-avarié. Centre....	1,85	89,60	5,55	78,50
	Autre sac très-avarié. Surface..	2,72	85,10	8,41	68,28
Maurice.......	Sac très-avarié...	6,55	82,70	6,83	69,04
	Autre sac t.-avarié.	6,45	80,50	9,36	61,78
	Autre sac peu avarié. Mottes centrales.	0,75	97,50	1,04	95,42
	Autre sac peu avarié. Autour des mottes.	2,22	90,80	4,38	82,04

» Ainsi, par le seul fait de la diminution du sucre cristallisable et de l'augmentation du sucre incristallisable, le rendement a été abaissé de plus de 25 pour 100 dans le premier sucre et de plus de 33 pour 100 dans le second.

» La transformation précédente n'est point due à l'acidité des sucres, car les échantillons analysés n'ont donné, avec du papier de tournesol très-sensible, qu'une réaction extrêmement peu acide ou même nulle. Elle paraît due, au contraire, à une véritable fermentation, sur laquelle j'espère appeler bientôt l'attention de l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la composition du coton-poudre.* Note de MM. **P. Champion** et **H. Pellet.**

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* [1], M. Abel admet que le coton-poudre comprimé, préparé par ses procédés, présente la composition de la trinitrocellulose ($C^{12}H^{7}O^{7}3AzO^{5}$), lorsqu'on a éliminé les matières étrangères qu'il renferme, tandis que nous avions cru pouvoir déduire de l'analyse élémentaire directe que ce produit doit être considéré comme de la cellulose pentanitrée ($C^{24}H^{15}O^{15}, 5AzO^{5}$) [2].

» Cette divergence dans l'interprétation des résultats analytiques proviendrait, d'après M. Abel, de ce que nous n'avons pas tenu compte : 1° de la présence de cellulose non attaquée par les acides; 2° de la formation d'un produit nitré inférieur (dinitrocellulose), qui prend naissance pendant la réaction des acides sur la cellulose. Or il résulte du calcul que la présence de la dinitrocellulose, dans les proportions indiquées par M. Abel, ne modifie pas sensiblement la composition du produit principal. Il restait donc à déterminer la proportion de cellulose libre.

» D'après une analyse citée par M. Abel à l'appui de son opinion, un échantillon de coton-poudre comprimé contenait 5,5 pour 100 de cellulose libre.

» Nous avons soumis à l'analyse un échantillon de coton-poudre comprimé, pris sur quinze slabs d'origine anglaise et provenant de différents envois. La matière, réduite en poudre fine et traitée successivement par l'acide sulfurique à 60 degrés et par l'iode, a permis de distinguer au microscope, sous un faible grossissement, la présence de cellules gonflées et colorées en bleu. On ne peut donc mettre en doute qu'une certaine partie de la cellulose ait échappé à l'action des acides. On a ensuite traité 5 grammes de coton-poudre tamisé, par 100 centimètres cubes d'ammoniure de cuivre, et l'on a renouvelé ce réactif jusqu'à dissolution presque complète du produit.

(1) *Comptes rendus*, 27 novembre 1876.

(2) *Comptes rendus*, 9 octobre 1876.

» La solution saturée par l'acide chlorhydrique n'a pas fourni de précipité. Si l'on soumet au même traitement du coton-poudre additionné de 3 à 4 pour 100 de cellulose, on voit apparaître distinctement les flocons de cellulose précipitée.

» *Dosage de la cellulose.* — 5 grammes de coton-poudre sec et en poudre ont été additionnés de 100 centimètres cubes d'un mélange d'éther et d'alcool [1], puis de 900 centimètres cubes d'éther acétique. L'éther, décanté après un repos de quarante-huit heures, présentait un aspect légèrement laiteux. Pour faciliter la filtration, on a pris 200 centimètres cubes de la solution, et l'on a ajouté un égal volume d'éther acétique. Après filtration et lavage, l'augmentation de poids du filtre correspondait à 3 milligrammes. La matière insoluble, traitée à plusieurs reprises par l'éther acétique bouillant, a fourni un résidu représentant $2^{gr},2$ pour 100 du coton-poudre. Ce résidu renfermait encore une certaine proportion d'azote que nous avons calculée sous forme de pentanitrocellulose : soit 0,15 pour 100. La différence entre ce poids et le précédent représente donc la proportion de cellulose et de cendres. On a ensuite dosé la cellulose en épuisant la matière par l'ammoniure de cuivre : soit cellulose libre $1^{gr},04$ [2].

» Le nouveau résidu contenait de l'acide carbonique, de la chaux, de l'oxyde de fer et $0^{gr},36$ d'une substance sableuse.

» En épuisant le coton-poudre comprimé par l'éther alcoolisé, nous avons obtenu 6 pour 100 d'un composé nitré correspondant à la dinitrocellulose indiquée par M. Abel.

» D'après les essais précédents, l'échantillon de coton-poudre analysé par nous renfermait, déduction faite des cendres ($1^{gr},01$ pour 100) :

Cellulose libre	1,00
Dinitrocellulose	6,00
Produit nitré principal (par différence)	93,00
	100,00

» Si l'on admet que ce produit soit de la pentanitrocellulose et si l'on calcule les proportions des éléments constituants, correspondant à cette hypo-

---

(1) Si l'on met directement le coton-poudre en contact avec l'éther acétique, il se forme une masse gélatineuse dont la dissolution ne s'opère qu'avec une excessive lenteur.

(2) Dans ces conditions, la cellulose est précipitable par l'acide chlorhydrique, et nous avons constaté qu'en ajoutant à du coton-poudre 3 à 4 pour 100 de cellulose et en suivant le traitement indiqué, on retrouvait, à moins de 1 pour 100 près, le poids de cellulose employé.

thèse, on trouve les résultats suivants :

	Calcul.	Analyse.
Carbone...........	26,54	26,18
Hydrogène..........	2,79	2,81
Azote............	12,51	12,78
Oxygène...........	58,16	58,23

» D'un autre côté, en épuisant le coton-poudre par l'éther alcoolisé et en le dissolvant ensuite dans l'éther acétique, on obtient une solution qui, précipitée par l'eau en excès, fournit un produit renfermant 12,68 pour 100 d'azote et correspondant à la formule de la cellulose pentanitrée [1].

» La formation de la pentanitrocellulose avait déjà été indiquée non par Pelouze, ainsi que nous l'avons dit, mais par M. Béchamp, et sa formule paraît avoir été adoptée par Pelouze et Fremy (*Chimie générale*, t. IV, p. 947 et 950) [2].

CHIMIE ORGANIQUE. — *Études sur la série des quinolines : transformation de la leucoline en aniline.* Note de M. **James Dewar**.

« La formation et les propriétés de l'acide dicarbopyridinique ont été décrites dans un travail précédent. Cet acide est à l'égard de la pyridine dans le même rapport que l'acide phthalique avec le benzol. On avait dès lors indiqué que les éléments de la pyridine et de la quinoline ont entre eux les mêmes relations que le benzol et la naphtaline ; ces analogies étant indiquées comme il suit :

$$\left\{\begin{matrix} C^2H^2 \\ C^2H^2 \\ C^2H^2 \end{matrix}\right. \quad \left\{\begin{matrix} C^6H^4 \\ C^2H^2 \\ C^2H^2 \end{matrix}\right. \quad \left\{\begin{matrix} C^6H^4 \\ C^2H^2 \\ C^6H^4 \end{matrix}\right. \quad \left\{\begin{matrix} C^2H^2 \\ CNH \\ C^2H^2 \end{matrix}\right. \quad \left\{\begin{matrix} C^5H^3N \\ C^2H^2 \\ C^2H^2 \end{matrix}\right.$$

Benzol. Naphtaline. Anthracène. Pyridine. Quinoline.

---

(1) Cette précipitation s'effectue sans perte appréciable : il n'y a donc pas lieu de supposer une décomposition partielle du composé en présence de l'eau.

(2) M. Abel fait remarquer que la composition du coton-poudre déduite de nos analyses se rapproche de la composition théorique de la deuxième variété soluble de Hadow. La comparaison des chiffres ne nous semble pas vérifier cette opinion ; attendu que les différences entre nos résultats et les chiffres déduits des deux premières formules d'Hadow rapprochent davantage cette composition de celle qui correspond à la première formule.

En effet :

	Première formule.	Deuxième formule.
Différence..........	H + 0,21	H + 0,48
Différence..........	C + 0,65	C − 0,79

» La pyridine s'obtient par la distillation de l'acide dicarbopyridinique avec la chaux sodée.

» On a cherché à préparer un acide analogue au moyen de la leucoline extraite du coaltar, base isomère avec la quinoline du quinquina, et qui est toujours mêlée avec son homologue, l'iridoline. A cet effet, 129 grammes de leucoline furent dissous dans 1 équivalent d'acide sulfurique, et la solution fut étendue d'eau, et oxydée par 100 grammes de permanganate de potasse. La solution rendue légèrement alcaline, séparée par filtration de l'oxyde de manganèse, et réduite à un petit volume, fournit une forte proportion de sulfate de potasse cristallisé par le refroidissement. La liqueur mère, ayant été acidulée avec de l'acide sulfurique étendu, donna un mélange brut d'acides résineux. Le mélange brut ainsi obtenu, bouilli longtemps avec de l'eau, filtré pour lui enlever la matière huileuse et traité par le noir animal, abandonne, en se refroidissant, des cristaux d'un acide bien défini.

» *Acide leucolinique* $C^9H^9NO^3$. — La masse cristalline précédente est principalement composée de cet acide, qui peut s'obtenir en lames incolores ou en aiguilles par quelques cristallisations. L'acide pur fond à 162° C., est lentement volatilisé quand on le chauffe à 110° C., et communique une odeur aromatique, caractéristique, à la vapeur d'une solution chaude aqueuse. L'acide est faiblement soluble dans l'eau froide, soluble dans l'alcool et l'éther; il se colore légèrement par une oxydation qui se produit quand il est cristallisé dans ces véhicules.

» Les sels de cet acide sont solubles, excepté les sels de plomb, de mercure et de fer. Les sels d'argent cristallisent sous la forme de fines aiguilles.

» On peut considérer cet acide comme étant formé par l'une ou l'autre des réactions suivantes :

(1) C^9H^7N (leucoline) $+ O^2 + H^2O = C^9H^9NO^3$,

(2) $C^{10}H^9N$ (iridoline) $+ O^5 = C^9H^9NO^3 + CO^2$.

» La première représente probablement la source principale de l'acide.

» *Action de la chaleur.* — Cet acide, chauffé au delà de son point de fusion, devient brun, perd de l'eau et donne un sublimé huileux qui se solidifie ensuite et laisse une masse de charbon poreux. Le produit volatil contient probablement l'anhydride; il régénère l'acide ordinaire quand on le fait bouillir avec de l'eau.

» *Action de la chaux sodée.* — L'acide chauffé avec de la chaux sodée à une chaleur rouge faible dépose du charbon et fournit un produit de dis-

tillation huileux et alcalin, soluble dans l'acide chlorhydrique dilué et donnant les réactions caractéristiques du pyrrol. Débarrassée du pyrrol, cette huile a tous les caractères physiques et chimiques de l'aniline.

» La seule substance associée avec l'aniline paraît être l'ammoniaque. Il suit de là que l'acide, chauffé avec de la chaux potassée, subit la réaction

$$C^9H^9NO^3 = C^6H^7N + CO^2 + H^2O + C^2.$$

Quand on prend le sel de potasse brut à la place de l'acide pur et qu'on le distille avec la chaux sodée, une petite quantité de base nitrile semble associée à l'aniline et au pyrrol; car le point d'ébullition est plus bas que celui de l'aniline. Si le sel de potasse pur est chauffé seul, il fond, de l'aniline distille avec la vapeur d'eau et il reste un mélange de carbonate de potasse et de charbon :

$$2C^9H^8KNO^3 = 2C^6H^7N + H^2O + K^2CO^3 + CO^2 + C^4.$$

Si le sel de potasse est fondu avec excès de potasse, il se dégage de l'ammoniaque et l'on trouve de l'acide salicylique en solution. Il est probable que l'acide anthranilique est le premier produit et qu'il se transforme ensuite en ammoniaque et acide salicylique :

$$(1)\qquad \underbrace{C^9H^9NO^3 + 3H^2O}_{\text{Ac. leucolinique.}} = \underbrace{C^7H^7NO^2 + 2CO^2 + H^8}_{\text{Ac. anthranilique.}},$$

$$(2)\qquad \underbrace{C^7H^7NO^2 + H^2O}_{\text{Ac. anthranilique.}} = \underbrace{C^7H^6O^3 + NH^3}_{\text{Ac. salicylique.}}.$$

» Une série de réactions semblables ont lieu avec l'indigo traité par la potasse fondue. La formation de l'acide salicylique explique l'origine de l'ammoniaque qui accompagne l'aniline quand on chauffe l'acide avec la chaux potassée.

» Une solution de l'acide dans la glycérine, chauffée au point d'ébullition de cette dernière, donne à la distillation de la glycérine, de l'aniline et une substance en petite quantité qui a les caractères de l'indol. Il ne reste pas de charbon libre. L'indol, ou un corps isomérique, se trouve probablement, en effet, parmi les produits de la décomposition, d'après la réaction suivante :

$$\underbrace{C^9H^9NO^3}_{\text{Ac. leucolinique.}} = \underbrace{C^8H^7N}_{\text{Indol.}} + H^2O + CO^2.$$

» Cette réaction paraît probable à cause de srelations de l'indol avec l'aniline, puisque l'indol s'obtient facilement par la réduction de l'isatine et

que l'isatine abandonne de l'aniline, du carbonate de potasse et de l'hydrogène par sa fusion avec la potasse. Le pyrrol et la pyridine ont une relation semblable à celle qui existe entre l'indol et la quinoline; ainsi

$$\left\{\begin{array}{l} C^2H^2 \\ NH \\ C^2H^2 \end{array}\right. \quad \left\{\begin{array}{l} C^2H^2 \\ CNH \\ C^2H^2 \end{array}\right. \quad \left\{\begin{array}{l} C^6H^4 \\ NH \\ C^2H^2 \end{array}\right. \quad \left\{\begin{array}{l} C^6H^4 \\ CNH \\ C^2H^2 \end{array}\right.$$

Pyrrol. Pyridine. Indol. Quinoline.

» Considérant la stabilité et le mode de formation de ces bases, il n'est pas improbable qu'elles puissent être produites par l'action simultanée de l'acétylène et de ses dérivés sur l'acide hydrocyanique; de même que 3 molécules d'acétylène condensées forment le benzol, 2 molécules d'acétylène et 1 d'acide cyanhydrique condensées peuvent produire la pyridine. M. Ramsay a trouvé que, en dirigeant un mélange d'acétylène et d'acide cyanhydrique à travers un tube chauffé au rouge, ces bases se produisaient. Le pyrrol peut se former en substituant l'ammoniaque à l'acide cyanhydrique dans l'expérience précédente. L'acétylène employé contenait cependant une petite quantité d'éthylène bromé, et il est possible que la dernière réaction ait eu lieu entre cette substance et l'ammoniaque. Une petite quantité de pyrrol se forme seulement dans cette réaction; la principale substance formée est le cyanure d'ammonium. Le succès de l'expérience paraît dépendre du soin que l'on met à maintenir une température réglée et une certaine étendue de surface poreuse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la nitrotoluquinone et l'acide chloranilique.* Note de M. A. Etard, présentée par M. Cahours.

« Le nitrotoluène est facilement oxydé par l'acide chlorochromique et dans ce cas le groupe CH^3 n'est pas transformé, comme cela a eu lieu dans le toluène en groupe aldéhydique COH; en effet, au lieu d'aldéhyde benzoïque nitrée, on obtient de la *nitrotoluquinone*. Ce corps, qui n'a pas encore été signalé, est aussi, je crois, le premier dans la série des quinones crésyliques.

» La réaction s'effectue dans un ballon contenant du nitrotoluène chauffé à 200 degrés et maintenu en grand excès; on ajoute le réactif chromique par petites portions de 4 ou 5 grammes, en agitant vivement. Avant de faire une addition nouvelle, il faut attendre que la température surélevée soit revenue au degré initial. Il est prudent d'user des mêmes précautions toutes les fois qu'on se sert de l'acide chlorochromique.

» Le produit de la réaction traité par l'eau en assez forte quantité laisse déposer l'excès de nitrotoluène; le liquide qui surnage contient, outre le chlorure de chrome, la nitrotoluquinone formée. Il n'y a pas d'acide chromique libre, ce qui est l'indice d'une oxydation complète; l'inverse a précisément lieu lors de la formation de produits chlorés stables, laissant l'oxygène en disponibilité. On se débarrasse du chrome par la soude ajoutée en petit excès; on porte à l'ébullition pour que la filtration soit facile et le liquide filtré bouilli avec du noir animal, après avoir été très-légèrement acidulé, laisse déposer la nitrotoluquinone pure, lorsqu'on ajoute un excès d'acide chlorhydrique et qu'on laisse refroidir. Le précipité, lavé sur un filtre par une petite quantité d'eau froide, est dissous à saturation dans l'eau bouillante, qui dépose après quelques heures de larges cristaux lamellaires jaune brun et doués d'un grand éclat. Dans cet état, la nitrotoluquinone fond à 237 degrés; avant d'avoir atteint cette température, elle commence à se sublimer.

» La nitrotoluquinone se prépare très-bien et les rendements sont bons : je vais essayer de transformer les quelques grammes dont je dispose en $C^6H^2(OH)^2\text{-}AzO^2\text{-}CH^3$ et $C^6H^2\text{-}(OH)^2\text{-}AzH^2\text{-}CH^3$.

» Les chiffres fournis à l'analyse sont : $C = 50,6$, $H = 3,2$.

» Le calcul donne : $C = 50,3$, $H = 3,0$.

» Pendant l'attaque du nitrotoluène, il se dégage de l'acide chlorhydrique et de l'ozone en quantité suffisante pour noircir très-rapidement l'argent; cette production d'ozone, observée sur d'autres produits aromatiques, parmi lesquels je puis citer le bromotoluène et la parabibromobenzine, paraît constante quand la température est un peu élevée.

» L'ozone, que l'on considère actuellement comme de l'oxygène condensé, est obtenu par voie chimique précisément au moyen des corps suroxydés, dans lesquels l'oxygène assez instable, et pour ainsi dire accumulé, paraît uni à lui-même, comme dans BaO^2 et $Mn^2O^7K^2$; il paraît quitter ces combinaisons en conservant la forme condensée qu'il y revêtait. L'acide chlorochromique oxydant sous forme d'ozone appartient à cette classe de corps peu stables et pourra, dans bien des cas, fournir des dérivés différant de ceux obtenus par les méthodes ordinaires, cette différence ne dût-elle porter que sur le degré d'oxydation.

» Les termes de stabilité relative vis-à-vis des oxydants peuvent varier selon la nature de ceux-ci, à tel point qu'il est surprenant, dans la réaction de CrO^2Cl^2 sur le toluène, de voir se former immédiatement comme produit principal, et par l'action d'un réactif aussi énergique, non pas de l'acide

benzoïque, terme extrême, mais un corps intermédiaire et fort oxydable, l'aldéhyde benzoïque, celle-ci d'ailleurs étant ultérieurement transformée en acide.

» La parabibromobenzine traitée par $Cr O^2 Cl^2$, en opérant comme pour le nitrotoluène, a donné de l'*acide chloranilique*, isolé à l'état de sel sodique cristallisé en aiguilles rouges, en concentrant les eaux mères alcalines du précipité chromique.

» Le chloranilate sodique $C^6 Cl^2 - O^2 - (O Na)^2$, déjà décrit, dérive dans le cas présent d'une bichloroquinone parabromée, par substitution de $2(ONa)$ à Br^2 de la parabibromobenzine primitive.

» Le chloranilate de sodium obtenu a été, outre ses propriétés ordinaires, caractérisé par un dosage de carbone

$$C = 28{,}05, \quad \text{théorie } C = 28{,}4.$$

» Par l'action de l'acide chlorochromique sur le toluène, j'ai annoncé avoir obtenu, en même temps que de l'aldéhyde benzoïque, du chlorure de benzyle; je me suis assuré depuis, en transformant complétement le chlorure de benzyle en benzaldéhyde, que ce chlorure n'est qu'un terme de passage saisissable à condition que l'acide chlorochromique ne soit pas en excès. Grâce à ce fait, on peut expliquer facilement le mécanisme de la réaction; le chlore entame la molécule de toluène et 2 molécules de HCl se forment successivement.

$$C^6 H^5 \text{-} CH^3 + Cl^2 = C^6 H^5 \text{-} CH^2 Cl + HCl.$$
$$C^6 H^5 \text{-} CH^2 Cl + O = C^6 H^5 \text{-} COH + HCl.$$

» M. Carstanjen, qui a fait réagir, il y a quelques années, la chlorhydrine chromique sur le toluène, a obtenu de l'acide benzoïque provenant de l'oxydation ultérieure de l'aldéhyde et a cru qu'il se formait dès l'abord du chlorure de benzoïle $C^6 H^5 \text{-} CO Cl$, se transformant ensuite en acide par l'action de l'eau, après un passage, d'ailleurs inutile, à l'état de composé acétylique $C^6 H^5 \text{-} CO \text{-} O \text{-} CO \text{-} CH^3$. Ce résultat et cette interprétation sont de nature à induire en erreur sur le véritable mode d'action de l'acide chlorochromique et tiennent en partie à l'emploi défectueux de l'acide acétique comme dissolvant.

» En effet, l'acide acétique, que l'auteur considère comme inerte vis-à-vis du réactif chromique, est au bout de quelques heures complétement attaqué, en donnant des acétochromates et en dégageant du chlore. Ce dégagement de chlore explique aussi comment M. Carstanjen a obtenu de la

trichloroquinone avec la benzine au lieu de quinone, celle-ci se trouvant chlorée à mesure qu'elle se forme et cela par le produit d'une réaction étrangère.

» Les dissolvants exercent une influence perturbatrice sur les produits de la réaction de l'acide chlorochromique, car tous sont attaqués par lui. Les moins nuisibles qu'on puisse employer sont : le sulfure et le chlorure de carbone, le chloroforme et $C^2H^4Cl^2$. Il est toujours préférable d'employer un excès du corps à traiter.

» L'anthracène et la naphtaline fournissent des quinones qu'il est très-difficile de séparer du chrome qu'elles retiennent; l'un de ces corps fournit de petites quantités d'oxyanthraquinone.

» M. Haller ayant jugé à propos de s'occuper de l'acide chlorochromique et de son action sur les dérivés aromatiques, sans attendre que ce sujet, dont je m'occupe activement depuis quelques mois, cessât d'être en cours de publication, je ne pousserai pas plus loin cette étude. J'espère être très-prochainement en mesure de publier les résultats des recherches que je poursuis en ce moment au sujet de l'action réciproque de l'acide chlorochromique et des acides de la série grasse, ainsi que de quelques-uns de leurs éthers.

» Ce travail a été exécuté au laboratoire de M. Cahours, à l'École Polytechnique. »

HYGIÈNE. — *Sur les eaux d'égout de Paris*. Note de M. **Ch. Lauth**, présentée par M. Wurtz.

« *Provenance*. — Les eaux d'égout sur lesquelles j'ai opéré ont été puisées au siphon du pont de l'Alma et dans le collecteur de la Pépinière; elles ont été mélangées de manière à représenter la moyenne du grand collecteur. Je les dois à l'obligeance de M. Belgrand.

» *Composition*. — Les eaux d'égout varient sensiblement de composition selon les heures et les époques auxquelles elles sont recueillies. M. Durand-Claye a déjà constaté ce fait en 1869.

» Voici la composition moyenne des eaux de février 1877 :

Matières contenues dans 1 mètre cube d'eau d'égout [1].

	gr
Matières en suspension	1242
Matières en dissolution	682

[1] Les analyses ont été faites, en général, sur 1 litre et calculées pour 1 mètre cube,

Azote ammoniacal	6,880 gr
Azote nitrique	1,900
Azote organique dans les parties insolubles (par la chaux sodée)	14
Azote organique dans les parties solubles (par la chaux sodée)	18,64
Azote total (par volume)	35
Matières organiques, y compris l'azote	660

» *Altération.* — Au moment où les eaux sont puisées dans l'égout, elles sont troubles, mais peu colorées; elles sont *inodores*. Lorsqu'on les conserve sans les filtrer dans des flacons bouchés, elles commencent à s'altérer après quelques jours. Au bout de dix à vingt jours, elles sont en pleine putréfaction; elles sont devenues noires et absolument infectes. Ces phénomènes sont probablement dus surtout aux matières en suspension, car j'ai pu conserver pendant deux mois un échantillon d'eau préalablement filtrée, sans qu'elle présentât aucune odeur. L'altération qui se manifeste dans des flacons bouchés est évidemment du même ordre que celle qui a lieu au fond de la Seine.

» *Epuration par l'air.* — Les savants sont d'accord pour admettre que, dans l'emploi des eaux d'égout en Agriculture, les substances putrescibles sont oxydées à la surface ou dans la profondeur du sol; j'ai pensé qu'il serait intéressant de voir si cette oxydation se produirait par le simple passage de l'air, sans l'intervention du sol, et d'étudier en même temps la nature de cette oxydation.

» Lorsqu'on fait barbotter de l'air dans de l'eau d'égout, ses propriétés et sa composition sont rapidement modifiées : *l'eau saturée d'air n'est plus putrescible.* Pour s'en convaincre, il suffit de conserver, à côté d'un flacon bouché renfermant de l'eau d'égout ordinaire, un vase à précipité ouvert, renfermant la même eau préalablement aérée : au bout de dix à vingt jours, en hiver, la première est devenue noire et infecte, la seconde est encore limpide et inodore après deux mois.

Transformations chimiques opérées par l'aération.

	Azote insoluble.	Azote soluble.	Azote nitrique.	Azote ammoniacal.	Azote total par volume.
Avant l'aération	14,70 gr	20,65 gr	1,175 gr	8,4 gr	38 gr
Après l'aération	8,05	26,95	1,122	14,0	»

---

mesure à laquelle on se reporte d'ordinaire; il en résulte une perte au total, mais elle ne dépasse pas les limites des erreurs d'analyses.

» Dans une autre série d'observations, qui a duré trois jours (avec analyse et aération chaque jour), on a eu les résultats suivants : avant l'aération, 5gr,282; après, 13 grammes.

» Ainsi, par l'aération, l'azote des parties insolubles diminue; l'azote des parties solubles augmente de la même quantité; il ne se forme pas de nitrates : la quantité d'ammoniaque augmente dans une forte proportion.

» *Épuration par la chaux.* — Divers agents chimiques peuvent faciliter l'épuration des eaux d'égout : la chaux, recommandée il y a longtemps déjà, m'a donné les résultats suivants :

	Azote insoluble.	Azote soluble.	Azote nitrique.	Ammoniaque.
Eau sans traitement.	14,70	20,65	1,17	8,4
Eau traitée par la chaux........	10,15	25,55	2,60	18,20
Eau traitée par la chaux et l'air..	6,65	28,87	2,12	21,35

» Le maximum d'effet a été obtenu avec une eau qui, de 5gr,282 d'ammoniaque, a atteint 18gr,550. L'eau traitée par la chaux est inodore et incolore après deux mois d'observation.

» Ces faits paraîtront peut-être dignes de fixer l'attention des agriculteurs et des savants que préoccupe la question de l'assimilation de l'azote; ils constateront sans doute que ce qui s'est passé dans des réactions de laboratoire se passe aussi à la surface du sol, et que des quantités considérables d'azote disparaissent dans l'atmosphère à l'état d'ammoniaque.

EXAMEN MICROSCOPIQUE. A. *Eau conservée à l'abri de l'air.* — Les eaux tirées de l'égout montrent à leur surface, dès les premières heures, des bactéries mobiles et immobiles, quelques vibrions, quelques monades; au fond du vase se précipitent des débris de toutes sortes, sans trace d'êtres animés. Après deux jours, la surface présente une pellicule à bactéries, poussant à sa face inférieure des bourgeons; les monades abondent, les kolpodes commencent à se montrer. Au quatrième jour apparaissent les vorticelles et de gros infusoires ciliés (euglena, paramécies); en même temps se montrent des algues, les unes extrêmement fines, à longs articles, larges au plus de $\frac{1}{1000}$ de millimètre et pelotonnées sur elles-mêmes; les autres à articles gros et courts, et, entre ces deux formes extrêmes, d'autres intermédiaires qu'il faut peut-être rattacher toutes à une seule espèce polymorphe ([1]). Un travail récent, présenté à l'Académie, sur la

([1]) Une seule fois j'ai trouvé une de ces algues en fructification aérienne et paraissant offrir les caractères des *Penicillium*.

sulfuration des eaux par les sulfuraires, a naturellement appelé mon attention sur ces algues. Vers le septième jour, l'eau, qui n'avait pas d'odeur, est devenue nauséabonde; elle commence à noircir; elle est recouverte d'une pellicule épaisse semblant renfermer des infusoires enkystés; nombreux débris d'algues mortes et noircies. Après quatre à cinq semaines, l'odeur du liquide est infecte, fétide; toute trace de vie a à peu près disparu.

» B. *Eau traitée par la chaux.* — Absence d'animaux et de végétaux.

» C. *Eau traitée par l'air.* — Dans l'eau d'égout aérée, la vie est des plus actives; les algues, les infusoires s'y développent en grand nombre; ils disparaissent ensuite peu à peu, au bout de quelques semaines; mais à aucun moment on n'observe d'odeur nauséabonde et l'eau reste claire.

» Pour ces observations microscopiques, M. Pouchet a bien voulu m'aider de ses avis.

» *Conclusions.* — Les faits cités prouvent que la putréfaction sulfhydrique des eaux d'égout peut être évitée soit par l'addition de chaux, soit, résultat beaucoup plus important, par la simple aération. La putréfaction ne se manifeste que lorsque l'eau d'égout est maintenue à l'abri de l'air. Comme ces dernières conditions se retrouvent probablement au fond de la Seine, il est permis de supposer que les faits que j'ai indiqués pourront être utilement appliqués à son assainissement.

» Les très-nombreuses analyses auxquelles ce travail a donné lieu ont été faites dans mon laboratoire par M. Bidet, que je remercie pour son zèle et ses soins intelligents. »

ZOOLOGIE. — *Sur la fécondation de l'œuf chez l'Oursin.* Note de M. **J. Pérez**, présentée par M. Milne Edwards.

« Tout fait nouveau concernant le phénomène de la fécondation de l'œuf ayant une importance considérable, il est essentiel de ne le tenir pour définitivement acquis à la Science qu'après l'avoir soumis à un contrôle attentif.

» C'est à ce titre que je crois devoir faire connaître les observations que j'ai faites sur l'œuf de l'*Echinus esculentus*, dans le dessein de vérifier les faits si remarquables annoncés par M. H. Fol, dans une Note insérée aux *Comptes rendus*, le 19 février dernier.

» Il m'a été donné deux fois d'observer sur un point de la surface de l'œuf la saillie décrite par M. Fol, et que ce savant regarde comme sou-

levée par une *attraction à distance* exercée par le spermatozoïde le plus voisin de la sphère vitelline; mais il m'est impossible de lui attribuer la moindre importance dans l'acte de l'imprégnation. En effet, dans l'un des cas observés par moi, aucun spermatozoïde, à aucun moment, ne s'est trouvé en regard de cette éminence, jusqu'à ce qu'elle ait disparu par le soulèvement de la membrane vitelline. Dans le second cas, un spermatozoïde engagé dans la couche muqueuse, à peu près vers le milieu de son épaisseur, après être resté quelques secondes immobile, s'est porté vivement sur le sommet de la saillie. Je n'ai point vu de prolongement délié de celle-ci émis vers le spermatozoïde, ni, ce qui est plus important, ce dernier *s'écouler*, selon l'expression de M. Fol, dans le vitellus. Il est resté accolé, immobile, à la surface. A peine y était-il fixé, qu'un autre spermatozoïde, suivant le même chemin que le premier, franchit en deux ou trois bonds l'épaisseur de la zone muqueuse, et vint s'adosser encore à la surface du petit soulèvement. Deux autres spermatozoïdes s'engagèrent encore dans la même voie, pour s'arrêter vers le milieu; un cinquième vint les rejoindre, puis, après quelques frétillements, se dégagea et disparut.

» Je m'attachai avec persistance aux deux spermatozoïdes adhérents au sommet du monticule, et mon œil ne les a pas perdus un instant. Leurs deux corps, appliqués l'un à l'autre, sont toujours demeurés à la surface de l'œuf, et leurs queues se voyaient étendues dans la voie qu'ils avaient suivie. Bientôt la membrane vitelline se détacha du vitellus, la saillie cessa d'exister : les deux spermatozoïdes se voyaient encore, soulevés avec la membrane, et promptement portés par elle à une grande distance du jaune. L'œuf était fécondé, mais aucun spermatozoïde n'avait pénétré dans son intérieur.

» Une remarque n'est point inutile. Dans cette observation, le plan de la vision passait par le centre de l'œuf et la protubérance était exactement dans ce plan, à l'équateur de l'œuf. Si l'un des spermatozoïdes eût porté son corps un peu plus haut ou un peu plus bas, en rampant sur le versant de la saillie, ce corps, projeté sur celle-ci, eût disparu, tandis que la queue eût pu rester visible au dehors. On aurait eu, de la sorte, l'image exacte d'un spermatozoïde pénétrant dans l'œuf et laissant sa queue à l'extérieur, ainsi que M. Fol dit l'avoir observé.

» Le soulèvement d'une éminence à la surface de l'œuf n'a, suivant moi, aucun rapport avec la fécondation. C'est un simple accident qui dépend

uniquement d'une solution de continuité dans l'enveloppe muqueuse, assez fréquente, au moins chez l'Oursin, et constituant à la surface de l'œuf un point de plus faible résistance, et par suite une déformation correspondante de la sphère vitelline. On comprend ainsi pourquoi, de tous les points de cette sphère, la partie déformée, quand il en existe une, est d'ordinaire la première atteinte par les filaments spermatiques. Cette déformation, réduite à une faible proéminence dans le cas décrit par M. Fol et dans celui dont j'ai parlé plus haut, prend quelquefois des proportions exagérées, qui restent d'ailleurs sans effet nuisible à la fécondation.

» Il y a plus, la pénétration, telle que l'entend M. Fol, se heurte contre une impossibilité anatomique. Ce naturaliste admet, en effet, que l'œuf non fécondé est dénué de membrane vitelline, et que cette enveloppe naît seulement sous l'influence de la fécondation. Or il est incontestable qu'elle existe déjà dans l'œuf très-jeune, non encore granuleux, où il est facile de l'observer directement, et où l'action endosmotique de l'eau pure la met encore mieux en évidence. Dans l'œuf mûr mais non fécondé de l'Oursin, il suffit d'une légère pression, qui en éclaircit le contenu, pour montrer tout autour une enveloppe continue, uniforme, à double contour, tranchant par sa réfringence, sa couleur rose orangé sur le vitellus sous-jacent. Elle mesure environ $\frac{8}{10000}$ de millimètre d'épaisseur. Distendue plus tard et écartée du vitellus par le fait de l'imprégnation, elle devient plus mince et plus pâle. L'acte de la fécondation ne détermine donc point la formation de la membrane vitelline, qui existe depuis longtemps déjà ; il se borne, pour ce qui est de cette enveloppe, à provoquer son gonflement et sa séparation d'avec le vitellus.

» La présence d'une membrane propre autour de l'œuf non fécondé de l'Oursin me paraît indubitable. Il n'y a pas à songer ici à une mince couche de protoplasme hyalin, non granuleux, et présentant seulement l'apparence d'une membrane. Un double contour nettement accusé rend à première vue une telle interprétation impossible. Si donc on pense que la pénétration du spermatozoïde est indispensable à la fécondation, il y a lieu de rechercher comment il peut franchir un tel obstacle, surtout si l'on admet que cette pénétration peut s'opérer par un point quelconque de la surface de l'œuf. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Orage de grêle au cap d'Antibes, le 21 mars.* Lettre de M. É. FERRIÈRE à M. le Secrétaire perpétuel.

« Mercredi, 21 mars, un ouragan venant de la mer et se dirigeant de l'ouest à l'est s'est déchaîné sur le cap d'Antibes. De $5^h 30^m$ du matin à $6^h 15^m$, au milieu des éclats du tonnerre, la grêle est tombée avec une violence inouïe. Une couche générale de 2 centimètres d'épaisseur couvrait la surface du sol à partir de la pointe extrême du promontoire jusqu'à une ligne passant par la villa de feu M. Thuret et par le phare de la Garoupe (largeur, 2 kilomètres environ). La ville d'Antibes a reçu peu de grêlons, mais des torrents d'eau, alors que la partie méridionale du cap subissait l'avalanche de grêle sans une goutte de pluie. Les grêlons avaient la forme et la grosseur d'une noisette; le poids en était assez léger, 2 grammes environ, comme je l'ai vérifié à la balance.

» Quoique cette chute de grêle soit la plus grande que les vieillards du pays aient jamais vue, elle ne m'aurait point paru digne d'une mention sans quelques circonstances caractéristiques. L'ouragan allait de l'ouest à l'est, ainsi que l'attestent les traces de son passage. Fouettée par la grêle, frappée par la foudre, la mer écumait avec rage sur les brisants de l'ouest. Enfin, j'ai observé le météore dans sa marche; je l'ai vu franchir l'île de Sainte-Marguerite, aborder le promontoire, puis s'éloigner dans la direction de l'Italie, laissant le Soleil levant éclairer ses énormes nimbus, tandis qu'au-dessus, dans l'azur, s'étalaient les aigrettes des cirrhus. La trajectoire étant donc certainement de l'ouest à l'est, il semble nécessaire que les grêlons auraient dû s'entasser le long des parois occidentales des maisons. Cependant, c'est la façade nord qui a le plus souffert. Au Grand-Hôtel du Cap, les fenêtres de l'ouest ont eu peu de grêlons, mais celles du nord en avaient 6 centimètres d'épaisseur. Au rez-de-chaussée, j'ai constaté, dans une encoignure du nord, une accumulation haute de 10 centimètres.

» Baromètre immobile à 744 dès la veille au soir à 8 heures. Une fois l'ouragan passé, hausse d'un millimètre.

» En résumé, l'orage ne s'est point formé sur place; il est venu des profondeurs de l'horizon marin. Il avait un mouvement de translation de l'ouest à l'est, et les grêlons, d'après l'orientation des dépôts, devaient éprouver un mouvement gyratoire. Il m'a semblé que ces faits présentaient quelque intérêt relativement à la théorie que soutient avec tant d'autorité l'éminent M. Faye. »

CHIRURGIE. — *Anémie chronique survenue à la suite d'accidents nerveux rebelles et de troubles digestifs continus pendant cinq ans; transfusion du sang; guérison.* Note de M. **Oré**, présentée par M. Larrey.

« Je me contenterai de résumer, sous forme de conclusion, les traits les plus saillants de mon observation :

» 1° C'est avec 40 grammes de sang seulement que j'ai obtenu la guérison de M. X., malade depuis cinq ans. Il y a là un enseignement d'une haute importance au point de vue clinique. Si dans l'anémie aiguë, où le système circulatoire a été désempli brusquement par une hémorrhagie violente, on peut élever la quantité du sang que l'on transfuse, dans l'anémie chronique il ne doit jamais en être ainsi. Il ne faut faire pénétrer que de petites doses dans l'appareil vasculaire et ne jamais oublier que, dans ces cas, le sang doit agir par la qualité et non par la quantité.

» 2° Pour que la transfusion soit exempte de toutes complications opératoires, il importe de faire usage du procédé que j'ai toujours employé : *ponction sans dénudation de la veine;* avec un peu d'habitude, on arrive facilement à bien piquer, sans les traverser de part en part, même les veines les plus petites.

» 3° Le sang transfusé agit de deux manières : 1° en stimulant par ses globules l'action des organes réduits à un état complet d'atonie; 2° en déterminant une *prolifération* de nouveaux globules.

» Cette double action ressort de la manière la plus éclatante de l'observation de M. X. Dès le soir même de la transfusion, l'appétit s'est réveillé avec une force tout à fait exceptionnelle; les vomissements se sont arrêtés; les douleurs névralgiques ont cessé au point de rendre inutiles les injections sous-cutanées *quotidiennes* de morphine.

» Quant à la prolifération des globules par la transfusion que je propose depuis longtemps, contre Worms Muller et l'École allemande, elle est incontestablement démontrée par cinq numérations des globules faites chez M. X.

» Déjà, chez la malade de Behier, M. Liouville avait observé une augmentation toujours croissante des globules : le 29 janvier, on comptait 850 000 globules, le 13 février 1 850 000, le 4 mars 2 029 500.

« Ces chiffres démontrent clairement, disait alors Behier, que, la vie ranimée par l'in-» jection d'un sang tonique, le malade a pu refaire des globules »

» On dira peut-être que, les fonctions digestives s'étant très-rapidement

rétablies, l'augmentation des globules n'a été chez M. X. que la conséquence d'une alimentation régulière et d'une nutrition plus complète. A coup sûr, ce réveil de l'appareil digestif a pu contribuer pour une part quelconque au résultat final, mais il ne saurait être *exclusivement* invoqué pour expliquer une transformation aussi rapide.

» C'est là, du reste, une question de doctrine que des observations cliniques multipliées permettront seules de trancher. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur les propriétés antiseptiques du bichromate de potasse.* Note de M. LAUJORROIS.

« Des expériences nombreuses, effectuées pendant l'année 1876, m'ont prouvé que l'addition de $\frac{1}{100}$ de bichromate dans l'eau ordinaire permettait d'y faire séjourner sans décomposition, *même à l'air libre*, toutes les productions du règne organique, telles que la viande, l'urine, la gélatine, les produits végétaux, etc. La bière n'aigrit pas par l'addition d'un millième de bichromate. Après trois mois d'immersion dans une solution aqueuse de bichromate, j'en ai retiré 100 grammes de fibres musculaires que j'ai fait sécher. Cette substance avait l'aspect physique de la gutta-percha; j'ai pu en frapper des médailles. Mais, contrairement à ce qui arrive dans la macération fuchsinée, les chiens refusent de manger cette viande.

» Je pense que le bichromate pourra rendre de grands services dans les embaumements, les préparations, injections et macérations anatomiques. »

« M. CHASLES présente, de la part de M. le prince Boncompagni, les livraisons de novembre et décembre 1876 du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*. Il signale dans la première, sous le titre de Lettre à M. le prince Boncompagni, une *Notice* de notre très-honoré confrère M. le Dr Sédillot, *Sur la vie et les travaux de Louis-Amédée Sédillot*, son frère, enlevé si inopinément aux sciences, qui lui devaient de précieuses recherches sur la littérature et les sciences chez les Arabes. On y trouve, à ce sujet, les paroles mêmes, disons l'éloquent discours de M. Laboulaye, administrateur du Collége de France, prononcé sur la tombe de l'éminent orientaliste. A la suite est un catalogue fort étendu des travaux de Sédillot, dû aux propres recherches de M. Boncompagni. La livraison de décembre contient une reproduction, en langue italienne, du Mémoire

de M. Maurice Cantor sur la nationalité de Copernic, puis une table de très-nombreuses publications récentes, en toutes les langues, sur toutes les parties des Sciences physiques et mathématiques.

» A ces deux livraisons du *Bullettino* sont joints un exemplaire du *Catalogue des travaux de Louis-Amédée Sédillot*, et un Recueil des *Lettres inédites de Joseph-Louis Lagrange à Euler*, tirées des *Archives de la salle des Conférences de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg*, et publiées par M. Boncompagni. A Saint-Pétersbourg, 1877; in-4°. Lettres reproduites en *fac-simile*. »

« M. CHASLES présente aussi le numéro de janvier 1877 de la deuxième série du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, rédigé par MM. G. Darboux, Houël et Tannery; publié sous les auspices de M. le Ministre de l'Instruction publique. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

ERRATA.

M. PISANI adresse la rectification suivante, relative à sa Communication du 5 mars 1877, p. 462 :

« Dans un Mémoire présenté à l'Académie des Sciences, dans la séance du 5 mars 1877 et intitulé *Examen chimique de la turnérite*, j'ai dit, par suite d'une erreur sur la signification de deux mots dans son Mémoire en allemand, que M. Ch.-O. Trechmann avait mis en doute mes premiers essais sur la turnérite et n'avait pas obtenu les mêmes résultats qualitatifs. Au contraire, les expériences de cet auteur viennent corroborer les miennes, et je suis heureux d'être d'accord avec lui sur la composition de ce minéral. »